



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - IS184853**

**PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK  
MENINGKATKAN AKSESIBILITAS KENDARAAN UMUM  
(STUDI KASUS: KOTA SURABAYA)**

***THE DEVELOPMENT OF SYSTEM DYNAMICS MODEL TO  
IMPROVE PUBLIC TRANSPORTATION ACCESSIBILITY  
(CASE STUDY : SURABAYA CITY)***

**FADEL SAY AUDIANTO  
NRP 0521 1440 000 187**

**Dosen Pembimbing  
Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019**



**TUGAS AKHIR - IS184853**

**PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK  
MENINGKATKAN AKSESIBILITAS KENDARAAN UMUM  
(STUDI KASUS: KOTA SURABAYA)**

**FADEL SAY AUDIANTO**  
**NRP 0521 1440 000 187**

**Dosen Pembimbing**  
**Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**  
**Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2019**



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## **UNDERGRADUATE THESES - IS183853**

# ***THE DEVELOPMENT OF SYSTEM DYNAMICS MODEL TO IMPROVE PUBLIC TRANSPORTATION ACCESSIBILITY (CASE STUDY : SURABAYA CITY)***

**FADEL SAY AUDIANTO**  
**NRP 0521 1440 000 187**

**Supervisor**  
**Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D**

**INFORMATION SYSTEMS DEPARTMENT**  
**Faculty of Information Communication & Technology**  
**Sepuluh Nopember Institute of Technology**  
**Surabaya 2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

### **PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENINGKATKAN AKSESIBILITAS KENDARAAN UMUM (STUDI KASUS : KOTA SURABAYA)**

#### **TUGAS AKHIR**

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Pada

Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FADEL SAY AUDIANTO**

NRP. 0521 1440 000 187

Surabaya, Januari 2019

**KEPALA  
DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**

**Mahendrawathi ER, S.T., M.Sc., Ph.D**

NIP. 19761011 200604 2 001

## LEMBAR PERSETUJUAN

### PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENINGKATKAN AKSESIBILITAS KENDARAAN UMUM (STUDI KASUS : KOTA SURABAYA)

#### TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Pada

Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FADEL SAY AUDIANTO**

NRP. 0521 1440 000 187

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : Januari 2019

Periode Wisuda : Maret 2019

**Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D**

(Pembimbing I)

**Mahendrawathi ER, S.T., M.Sc., Ph.D**

(Penguji I)

**Rully Agus Hendrawan, S.Kom., M.Eng.**

(Penguji II)



# **PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENINGKATKAN AKSESIBILITAS KENDARAAN UMUM (STUDI KASUS : KOTA SURABAYA)**

**Nama Mahasiswa** : Fadel Say Audianto  
**NRP** : 0521 1440 000 187  
**Departemen** : Sistem Informasi FTIK - ITS  
**Pembimbing 1** : Erma Suryani, S.T., M.T., Ph. D

## **ABSTRAK**

*Penggunaan moda transportasi merupakan kebutuhan yang sudah tidak dapat digantikan. Kebutuhan akan perpindahan tempat untuk memenuhi aktivitas sangat bergantung kepada moda transportasi yang ada. Hal tersebut berbanding lurus dengan pertumbuhan kendaraan pribadi yang dimiliki oleh masyarakat. Pertumbuhan tersebut dikarenakan masyarakat Indonesia masih menilai bahwa penggunaan kendaraan pribadi masih lebih aman dan nyaman daripada menggunakan transportasi umum yang masih kurang memadai dalam fasilitas dan trayek. Pada Kota Surabaya Aksesibilitas dari Kendaraan Umum kurang, terbukti dengan adanya data Lalu Lintas Harian yang dikeluarkan oleh Dinas Perhubungan Kota Surabaya, rata – rata kendaraan umum yang melewati jalan utama di Kota Surabaya tidak mencapai 5% dari total seluruh jenis kendaraan yang melewati jalan utama di Kota Surabaya.*

*Hal tersebut yang melatar belakangi dilakukannya penelitian menggunakan sistem dinamik untuk meningkatkan Aksesibilitas Kendaraan Umum di Kota Surabaya. Dengan menggunakan metode model sistem dinamik ini, kita dapat membuat sebuah model nyata dari suatu kasus kemudian melakukan sebuah simulasi untuk melihat keterkaitan antara*

*faktor-faktor dan variabel yang ada didalam sistem tersebut. Dalam penggunaannya, sistem dinamik menggunakan berbagai macam skenario yang dapat memengaruhi jalannya program untuk tahun-tahun berikutnya sehingga digunakan metode permodelan dan simulasi menggunakan Metode Sistem Dinamik. Setelah model sistem dinamik terbentuk akan dilakukan skenariosasi untuk menguji beberapa input yang berbeda untuk mengetahui dampak pada outputnya, sehingga nantinya didapatkan skenario terbaik yang dapat menaikkan aksesibilitas kendaraan umum. Skenario terbaik yang dapat meningkatkan aksesibilitas adalah skenario High Occupancy Vehicle (HOV) Lane yang dapat meningkatkan nilai aksesibilitas rata-rata menjadi 0,32377.*

**Kata Kunci: Aksesibilitas, Transportasi Umum, Sistem Dinamik**



**THE DEVELOPMENT OF SYSTEM DYNAMICS  
MODEL TO IMPROVE PUBLIC TRANSPORTATION  
ACCESSIBILITY (CASE STUDY : SURABAYA CITY)**

**Student Name** : Fadel Say Audianto  
**NRP** : 0521 1440 000 187  
**Departement** : Sistem Informasi FTIK - ITS  
**Supervisor 1** : Erma Suryani, S.T., M.T., Ph. D

**ABSTRACT**

*The use of modes of transportation is a necessity that cannot be replaced. The need for the transfer of places to fulfill activities is highly dependent on existing modes of transportation. This is directly proportional to the growth of private vehicles owned by the community. This growth is due to the fact that the Indonesian people still consider that the use of private vehicles is still safer and more convenient than using public transportation which is still inadequate in facilities and routes. In the city of Surabaya the accessibility of public vehicles was lacking, as evidenced by the daily traffic data issued by the Surabaya City Transportation Agency, the average public vehicle passing through the main road in Surabaya City did not reach 5% of the total types of vehicles that passed City of Surabaya.*

*This is the background of the research conducted using a dynamic system to improve the accessibility of public vehicles in the city of Surabaya. By using this dynamic system model method, we can make a real model of a case and then do a simulation to see the relationship between the factors and variables in the system. In its use, dynamic systems use a variety of scenarios that can affect the course of the program for the following years so that the modeling and simulation methods are used using the Dynamic System Method. After the dynamic system model is formed, scenarios will be conducted*

*to test several different inputs to determine the impact on the output, so that later the best scenario can be obtained which can increase accessibility of public vehicles. The best scenario that can improve accessibility is the High Occupancy Vehicle (HOV) lane that can increase average accessibility values by 0,32377.*

***Keywords: Accessibilty, Public Transportation,Dynamic System***

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENINGKATKAN AKSESIBILITAS KENDARAAN UMUM (STUDI KASUS : KOTA SURABAYA)”** sebagai salah satu hal yang menjadi syarat kelulusan dari Program Sarjana Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak bimbingan, bantuan, serta saran dan masukan dan tidak lupa pula dukungan dari banyak pihak. Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada beberapa pihak, diantaranya:

1. Syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT, atas berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Mahendrawathi ER, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Kepala Departemen Sistem Informasi
3. Ibu Erma Suryani, S.T, M.T., Ph. D., selaku dosen pembimbing yang telah rela meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, saran, motivasi, dan ilmu kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir
4. Bapak Rico dan beberapa pihak dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya selaku pihak yang berperan dalam pengambilan data dan wawancara dan memberikan pembelajaran selama pengerjaan tugas akhir.
5. Kedua orang tua penulis serta seluruh anggota keluarga yang senantiasa memberikan doa, semangat, motivasi, dan menjadi pengingat bagi penulis selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

6. Teman-teman seperjuangan Lab Sistem Enterprise (SE), khususnya teman seperjuangan bimbingan Bu Erma, yang telah menjadi teman senasib dan seperjuangan.
7. Teman kontrakan “Warung” khususnya yang telah menyediakan tempat bercengkrama dan membantu penulis selama perkuliahan.
8. Wasis, Calvin, Hans, dan Boy yang menjadi sahabat penulis dan memberikan banyak cerita selama menjalani perkuliahan.
9. Seluruh teman-teman penulis yang telah mendoakan untuk kelancaran selama proses pengerjaan tugas akhir.
10. Seluruh keluarga OSIRIS yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
11. Mas, Mbak, dan Adik-adik angkatan Departemen Sistem Informasi yang telah memberikan banyak pembelajaran selama kuliah dan memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung saat perkuliahan maupun pengerjaan tugas akhir.
12. Kepada diri sendiri yang telah berjuang selama mengerjakan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir tidak akan pernah sempurna dan pasti memiliki kekurangan baik dalam penulisan maupun hasil akhir. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai bahan perbaikan untuk penelitian kedepannya. Terakhir semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, 19 Juli 2018

Penulis

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PERSETUJUAN...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Batasan permasalahan .....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Relevansi .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian sebelumnya .....	5
2.2. Dasar Teori .....	10
2.2.1. Smart City .....	10
2.2.2. <i>Smart Mobility</i> .....	11
2.2.3. <i>Accessibility</i> .....	12
2.2.4. Sistem.....	12
2.2.5. Simulasi.....	14
2.2.6. Model Simulasi .....	14
4.2.6. Sistem Dinamik.....	15
4.2.7. <i>Causal Loop Diagram</i> .....	17
4.2.8. <i>Behaviour Pattern Test</i> .....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	21
3.1 Diagram Metodologi .....	21
3.2 Uraian Metodologi .....	22

3.2.1. Identifikasi Kondisi dan Permasalahan .....	22
3.2.2. Studi literatur.....	22
3.2.3. Pengumpulan Data .....	22
3.2.4. Identifikasi Variabel.....	23
3.2.5. <i>Causal Loop Diagram</i> .....	23
3.2.6. <i>Stock Flows Diagram</i> .....	23
3.2.7. Verifikasi dan Validasi Model .....	23
3.2.8. Skenariosasi.....	24
3.2.9. Analisis Hasil .....	25
3.2.10. Penyusunan Buku Tugas Akhir .....	25
4. BAB IV PERANCANGAN.....	29
4.1. Pengumpulan Data.....	29
4.1.1. Data Arus Kendaraan Umum yang beroperasi.. .....	30
4.1.2. Data Arus Penumpang pengguna Kendaraan Umum.....	31
4.1.3. Data Lalu Lintas Harian Rata – Rata Kota Surabaya .....	32
4.2. Identifikasi Variabel .....	33
4.3. <i>Causal Loop Diagram</i> .....	33
4.4. <i>Stock Flows Diagram</i> .....	37
4.4.1. <i>Stock Flows Diagram</i> Aksesibilitas Jalan Wonokromo .....	40
4.4.2. <i>Stock Flows Diagram</i> Aksesibilitas Jalan A.Yani .....	44
4.4.3. <i>Stock Flows Diagram</i> Aksesibilitas Jalan Rungkut .....	48
4.4.4. <i>Stock Flows Diagram</i> Total Aksesibilitas .....	52
4.5. Verifikasi Model.....	53
4.6. Validasi Model .....	53
4.6.1. Validasi Sub Model Aksesibilitas Jalan Wonokromo .....	54

4.6.2. Validasi Sub Model Aksesibilitas Jalan A.Yani ..	55
4.6.3. Validasi Sub Model Aksesibilitas Jalan Rungkut	56
<b>BAB V PENGEMBANGAN SKENARIO DAN ANALISIS</b>	
<b>HASIL</b>	58
5.1. Pengembangan Skenario	58
5.1.1 Menambahkan Moda Transportasi baru pada tiap Jalan	59
5.1.2 Skenario Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas	65
5.1.4 Skenario Dampak Penggunaan kebijakan Oneway Route pada Jalan Wonokromo	78
5.1.5 Skenario High Occupancy Vehicle (HOV) Lane.	82
5.2 Analisis Hasil	89
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	92
6.1 Kesimpulan	92
6.2 Saran	93
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	94
<b>BIODATA PENULIS</b>	96
<b>LAMPIRAN</b>	98
Lampiran A – Data Hasil Simulasi Base Model	98
Lampiran B – Data Hasil Simulasi Skenario	101

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Roadmap Penelitian Laboratorium Sistem Enterprise .....	4
Gambar 2.1 Ilustrasi Cara Mempelajari Sistem .....	13
Gambar 2.2 Contoh Diagram Kausatik .....	18
Gambar 3.1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir .....	21
<i>Gambar 4.1 Causal Loop Diagram Accessibility</i> .....	34
Gambar 4.2 <i>Stock Flow Diagram</i> Jalan Wonokromo .....	40
Gambar 4.3 <i>Stock Flow Diagram</i> Jalan A.Yani .....	44
Gambar 4.4 <i>Stock Flow Diagram</i> Jalan Rungkut .....	48
Gambar 4.5 <i>Stock Flow Diagram</i> Total Accessibility.....	52
Gambar 4.6 Check Model pada Vensim PLE .....	53
Gambar 5.1 Skenario 1 Penambahan Transportasi Baru pada-Jalan Wonokromo .....	59
Gambar 5.2 Skenario 1 Penambahan Transportasi Baru Jalan-A.Yani .....	61
Gambar 5.3 Skenario 1 Penambahan Transportasi Baru Jalan -Rungkut .....	63
Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Skenario 1 .....	65
Gambar 5.5 Skenario 2 Oneway Route Jalan Wonokromo...	66
Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Skenario 2 .....	67
Gambar 5.7 Skenario 3 Jalan Wonokromo .....	69
Gambar 5.8 Skenario 3 Jalan A.Yani .....	72
Gambar 5.9 Skenario 3 Jalan Rungkut.....	75
Gambar 5.10 Skenario 4 Dampak Penerapan Oneway Route	79
Gambar 5.11 Skenario 4 Dampak Penerapan Oneway Route-pada Jalan A.Yani .....	81
Gambar 5.12 Skenario 5 HOV lane Jalan Wonokromo .....	83
Gambar 5.13 Skenario 5 HOV lane Jalan A.Yani.....	85
Gambar 5.14 Skenario 5 HOV lane Jalan Rungkut.....	87
Gambar 5.15 Grafik Perbandingan Skenario 4 .....	88

Gambar 5.16 Grafik Perbandingan Seluruh Skenario .....89

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya 1 .....	5
Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya 2 .....	6
Tabel 2.3 Penelitian Sebelumnya 3 .....	8
Tabel 2.4 Tipe Variabel dan Simbol Stock Flow Diagram ...	16
Tabel 3.1 Rangkuman Metodologi.....	25
Tabel 4.1 Data Arus Kendaraan Umum yang Beroperasi .....	30
Tabel 4.2 Data Arus Penumpang Pengguna Kendaraan Umum .....	31
Tabel 4.3 Lalu Lintas Harian Kota Surabaya .....	32
Tabel 4.4 Bebarapa Fungsi Ekuasi Model.....	38
Tabel 4.5 Formulasi Aksesibilitas Jalan Wonokromo.....	41
Tabel 4.6 Formulasi Aksesibilitas Jalan A.Yani .....	45
Tabel 4.7 Formulasi Aksesibilitas Jalan Rungkut .....	49
Tabel 4.8 Formulasi Total Accessibility .....	52
Tabel 4.9 Perbandingan Data Aksesibilitas Jalan Wonokromo .....	54
Tabel 4.10 Validasi Data Aksesibilitas Jalan Wonokromo ...	55
Tabel 4.11 Perbandingan Data Aksesibilitas Jalan A.Yani ...	55
Tabel 4.12 Validasi Data Aksesibilitas Jalan A.Yani .....	56
Tabel 4.13 Perbandingan Data Aksesibilitas Jalan Rungkut.	57
Tabel 4.14 Validasi Data Aksesibilitas Jalan Rungkut .....	57
Tabel 5.1 Formulasi Skenario 1 Jalan Wonokromo .....	60
Tabel 5.2 Formulasi Skenario 1 Jalan A.Yani.....	62
Tabel 5.3 Formulasi Skenario 1 Jalan Rungkut .....	64
Tabel 5.4 Formulasi Skenario 2 .....	67
Tabel 5.5 Formulasi Skenario 3 Jalan Wonokromo .....	70
Tabel 5.6 Formulasi Skenario 3 Jalan A.Yani.....	73
Tabel 5.7 Formulasi Skenario 3 Jalan Rungkut .....	76
Tabel 5.8 Formulasi Skenario 4 .....	80
Tabel 5.9 Perbandingan antar Parameter.....	80

Tabel 5.10 Rata-Rata Aksesibilitas pada tiap Parameter.....	82
Tabel 5.11 Formulasi Skenario 5 Jalan Wonokromo .....	84
Tabel 5.12 Formulasi Skenario 5 Jalan A.Yani.....	86
Tabel 5.13 Formulasi Skenario 5 Jalan Rungkut.....	88
Tabel 5.14 Perbandingan Accessibility Rate Seluruh Skenario .....	89
Tabel 5.15 Rata-Rata Aksesibilitas tiap Skenario .....	91
Tabel 7.1 Hasil Simulasi Jalan Wonokromo .....	98
Tabel 7.2 Hasil Simulasi Jalan A.Yani.....	99
Tabel 7.3 Hasil Simulasi Jalan Rungkut.....	99
Tabel 7.4 Hasil Skenario 1 .....	101
Tabel 7.5 Hasil Skenario 2 .....	102
Tabel 7.6 Hasil Skenario 3 .....	104
Tabel 7.7 Hasil Skenario Dampak Oneway Route .....	105
Tabel 7.8 Hasil Skenario 4 .....	107

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab pendahuluan akan diuraikan proses identifikasi masalah penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat kegiatan tugas akhir dan relevansi terhadap pengerjaan tugas akhir. Berdasarkan uraian pada bab ini, harapannya gambaran umum permasalahan dan pemecahan masalah pada tugas akhir dapat dipahami.

### **1.1. Latar Belakang**

Penggunaan moda transportasi merupakan kebutuhan yang sudah tidak dapat digantikan. Kebutuhan akan perpindahan tempat untuk memenuhi aktivitas sangat bergantung kepada moda transportasi yang ada. Hal tersebut berbanding lurus dengan pertumbuhan kendaraan pribadi yang dimiliki oleh masyarakat. Pertumbuhan tersebut dikarenakan masyarakat Indonesia masih menilai bahwa penggunaan kendaraan pribadi masih lebih aman dan nyaman daripada menggunakan transportasi umum yang masih kurang memadai dalam fasilitas dan trayek [1]

Efek tersebut terjadi karena kurangnya fasilitas transportasi umum, salah satunya dari terbatasnya akses yang dimiliki masyarakat terhadap kendaraan umum yang beroperasi. Tidak meratanya jumlah kendaraan umum pada tiap trayek yang ada membuat masyarakat terkadang menunggu terlalu lama untuk mendapatkan angkutan umum yang diinginkan sehingga mengakibatkan berkurangnya masyarakat yang menggunakan angkutan umum. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan menggunakan data Lalu Lintas Harian Kota Surabaya milik Badan Pusat Statistik Surabaya dimana pada data tersebut terdapat data jumlah kendaraan yang melewati jalan utama Surabaya seperti Jalan Achmad Yani, Jalan Wonokromo, Jalan

Raya Rungkut, dan Jalan Raya Mastrip. Dari data tersebut, tercatat tidak sampai 10% kendaraan yang melewati jalan tersebut merupakan kendaraan umum yang beroperasi di Surabaya dengan detail 1.5% pada Jalan Ahmad Yani, 3.8% pada Jalan Wonokromo, 2.4% pada Jalan Raya Rungkut, dan 2.4% pada Jalan Raya Mastrip. Hal tersebut berbanding terbalik dengan jumlah kendaraan pribadi yang memenuhi Jalan Jalan utama di kota Surabaya tersebut dimana rata – rata lebih 80% jalan dilewati oleh kendaraan pribadi pada jalan utama di kota Surabaya.

Hal tersebut terjadi dikarenakan akses dan fasilitas yang dimiliki, karena dua faktor tersebut sangat mempengaruhi mobilitas yang ada di perkotaan, dimana apabila akses untuk kendaraan umum sangat terbatas maka akan menurunkan keinginan masyarakat untuk menggunakan kendaraan umum.[2] Maka dari itu pada penelitian ini dilakukan pemodelan untuk meningkatkan aksesibilitas kendaraan umum yang beroperasi di Surabaya.

### **1.2. Rumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang harus diselesaikan adalah Bagaimana Mengembangkan Model untuk meningkatkan Aksesibilitas Kendaraan Umum di Kota Surabaya?

### **1.3. Batasan permasalahan**

Berdasarkan pada permasalahan diatas, maka batasan masalah untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian mengenai sistem aksesibilitas kendaraan umum.
2. Variabel yang digunakan pada penelitian sebatas pada yang terjadi di wilayah jalan.
3. Studi kasus yang menjadi objek penelitian adalah tiga ruas jalan yang memiliki tingkat frekuensi kendaraan umum tertinggi.

#### **1.4. Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan adalah mengembangkan sebuah model untuk meningkatkan aksesibilitas kendaraan umum di Kota Surabaya.

#### **1.5 Manfaat**

Melalui tugas akhir ini diharapkan dapat memberi manfaat yaitu:

##### **Bagi akademis :**

1. Mengenalkan teori model dan skenario sistem dinamik untuk sistem pendukung keputusan.
2. Dapat menjadi ilmu dan penelitian sistem dinamik dalam suatu bidang dan menjadi acuan untuk penerapan di bidang lainnya.

##### **Bagi pemerintah :**

1. Menjadi alternatif solusi bagi pemerintah dalam meningkatkan aksesibilitas kendaraan umum di Kota Surabaya melalui skenario yang telah dirancang.
2. Membantu dalam pengambilan kebijakan untuk meningkatkan aksesibilitas kendaraan umum.

#### **1.6 Relevansi**

Topik penelitian yang menjadi fokus dari tugas akhir ini adalah pengembangan model sistem dinamik yang merupakan objek penelitian dalam area Sistem Pendukung Keputusan (*Decision Support System*). Selain itu, terdapat beberapa mata kuliah yang terkait dengan penelitian tugas akhir ini adalah Simulasi Sistem dan Manajemen Rantai Pasok dan Hubungan Pelanggan.



**Gambar 1.1 Roadmap Penelitian Laboratorium Sistem Enterprise**



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini akan menjelaskan tinjauan pustaka atau referensi yang terkait dengan penelitian tugas akhir. Terdiri atas penjelasan mengenai studi sebelumnya dan teori pendukung yang dapat membantu pemahaman selama pengerjaan tugas akhir.

#### **2.1 Penelitian sebelumnya**

Dalam penelitian tugas akhir ini, digunakan beberapa penelitian terdahulu sebagai pedoman dan referensi dalam melaksanakan proses-proses dalam penelitian, seperti yang terdapat dalam penelitian di tabel dibawah, berisi informasi penelitian sebelumnya serta hubungan dengan penelitian tugas akhir ini.

Terdapat beberapa penelitian yang memiliki topik yang hampir serupa dengan penelitian ini, dapat dilihat pada

**Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya 1**

Judul	Model Spatial Sistem Dinamik Untuk Pengembangan Smart Mobility Dalam Mengurangi Kemacetan (Studi Kasus : Kota Surabaya)
Nama, Tahun	Mochammad Althof Ibtisaam Shiddekh, 2018
Gambaran umum penelitian	Penelitian ini membahas tentang pembuatan model sistem dinamik yang digunakan untuk membantu mengurangi kemacetan, dalam penelitian ini mengambil studi kasus Kota Surabaya untuk dijadikan objek dalam simulasi yang digunakan. Pada penelitian ini akan meneliti terkait mengurangi tingkat kemacetan di beberapa jalan utama di Kota

	<p>Surabaya dengan menggunakan. Data yang digunakan adalah data lalu lintas harian kota Surabaya tahun 2014 dimana data tersebut didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. Penelitian ini dibuat dengan menggunakan tools VENSIM PLE. Ada 2 skenario simulasi yang dibuat dalam penelitian ini, yaitu:</p> <p>1.Skenario 1 Penambahan Jalur Alternatif</p> <p>2.Skenario 2 Sistem ICT Penyebaran Tempat Umum dan Entertainment Alternatif</p> <p>Dari dua skenario yang digunakan didapatkan hasil bahwasanya Skenario 1 dan Skenario 2 dapat mengurangi kemacetan yang ada pada Kota Surabaya.</p>
Keterkaitan penelitian	<p>Pada penelitian ini membahas tentang penggunaan simulasi model sistem dinamik yang untuk mengurangi tingkat kemacetan di Kota Surabaya, dimana apabila dilihat dari penelitian yang dilakukan tersebut sesuai dengan penelitian tugas akhir yang sedang dikerjakan saat ini. Model sistem dinamik dan juga skenario-skenario yang telah dibuat pada penelitian tersebut dapat menjadi referensi untuk tugas kahir ini.</p>

**Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya 2**

Judul	Aksesibilitas Dan Pengaruhnya Terhadap Pembangunan Di Perdesaan: Konsep Model
-------	---

	Sustainable Accessibility Pada Kawasan Perdesaan Di Propinsi Sulawesi Tenggara
Nama, Tahun	La Ode Muhamad Magribi, Aj.Suhardjo , 2004
Gambaran umum penelitian	<p>Penelitian ini membahas mengenai pembangunan infrastruktur di pedesaan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data dari 9 desa yang ada di Sulawesi Tenggara, dengan rincian pengambilan sampel 40 rumah tangga pada tiap desa yang diambil secara acak. Penelitian ini mengaitkan antara karakteristik aksesibilitas pada kawasan perdesaan dengan variabel pembangunan, income perkapita, mobilitas, kepadatan penduduk, dan kepadatan aktivitas, sehingga masing-masing variabel tersebut dapat dimodelkan dan diuji taraf signifikansinya. Penelitian ini diselesaikan dengan blok persamaan simultan dengan menggunakan analisis regresi, dan metode penyelesaian persamaan simultan dengan sistem iterasi Gauss-Seidel.</p> <p>Hasil dari Penelitian ini adalah peningkatan variabel aksesibilitas yang dilakukan peningkatan yang cukup signifikan pada variabel-variabel independen lainnya seperti pembangunan, income, mobilitas, kepadatan penduduk, dan kepadatan aktivitas</p>
Keterkaitan penelitian	Pada penelitian ini membahas tentang pengujian faktor-faktor yang mempengaruhi aksesibilitas infrastruktur yang ada pada desa yang kemudian akan

	diujikan dengan menggunakan analisis regresi dan sistem iterasi Gauss-Seidel. faktor – faktor yang mempengaruhi aksesibilitas pada pembangunan infrastruktur pedesaan bisa menjadi referensi untuk pembuatan model dan juga pembuatan skenario.
--	---

**Tabel 2.3 Penelitian Sebelumnya 3**

Judul	Accessibility To Public Transport Systems In Developing Countries – An Empirical Study In Ho Chi Minh City, Vietnam
Nama, Tahun	Vu Anh TUAN, Duong Thanh SON , 2011
Gambaran umum penelitian	<p>Penelitian ini merupakan sebuah studi empiris mengenai aksesibilitas kendaraan umum bis pada Ho Chi Minh City Vietnam, dengan tujuan :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Membuat sebuah konsep aksesibilitas pada kendaraan umum yang dapat diterapkan di negara berkembang.</li> <li>2.Mengidentifikasi aksesibilitas kendaraan umum pada kota Ho Chi Minh berdasarkan konsep yang sudah dibuat sebelumnya.</li> </ol> <p>Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengambilan data dimana data yang digunakan dibagi menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil dengan melakukan interview dan diskusi, sedangkan data sekunder diambil dari data</p>

	<p>pemerintah, penelitian sebelumnya, jurnal, dan artikel yang ada.</p> <p>Indikator utama yang digunakan peneliti dalam melakukan pengukuran data primer ada 5 yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aksesibilitas terhadap Kendaraan Umum</li> <li>2. Aksesibilitas terhadap tempat Penungguan</li> <li>3. Aksesibilitas terhadap Servis yang ada</li> <li>4. Ticketing System yang digunakan</li> <li>5. User Information</li> </ol> <p>Dengan menganalisa data primer yang ada dan menghitung data sekunder, didapatkan hasil bahwa level aksesibilitas kendaraan umum di Ho Chi Minh City masih sangat rendah dimana kebanyakan masyarakat lebih memilih untuk menggunakan kendaraan pribadi dan ada beberapa daerah yang belum dijangkau dengan baik oleh rute kendaraan umum yang ada.</p>
Keterkaitan penelitian	<p>Pada penelitian ini terdapat faktor faktor yang digunakan peneliti untuk melakukan pengukuran aksesibilitas kendaraan umum secara empiris yang dilakukan pada kota Ho Chi Minh di Vietnam, dimana faktor faktor tersebut dapat dijadikan sumber acuan untuk membuat sebuah model simulasi penulisan tugas akhir.</p>

## 2.2 Dasar Teori

Bagian ini akan menjelaskan teori-teori yang menjadi landasan dalam mendukung penelitian tugas akhir.

### 2.2.1. Smart City

*Smart city* merupakan sebuah konsep “kota cerdas” yang dimana mengimplementasikan dan mengembangkan teknologi secara intensif untuk menghubungkan masyarakat, informasi dan elemen lainnya. *Smart City* adalah kesinambungan antara kebijakan dari pemerintah kota dengan respon masyarakat yang ada di dalamnya. Sehingga dalam penerapannya, *smart city* menerapkan teknologi terbaru yang dapat mendukung sepenuhnya penyelenggaraan pemerintahan kota. Teknologi yang diterapkan tidak hanya berupa teknologi informasi saja. Teknologi yang juga dikembangkan bisa berupa sistem transportasi terintegrasi yang memungkinkan untuk mengakomodasi mobilitas dari masyarakat kota. Dalam penerapannya, *smart city* merupakan keberlangsungan proses yang dinamis yang menghubungkan 6 dimensi. Dimensi tersebut nantinya yang akan mendeskripsikan bagaimana *smart city* dapat mengidentifikasi perkembangan dan/atau pertumbuhan kehidupan masyarakat kota, kompetisi regional dan keterlibatan masyarakat dalam menentukan kebijakan dan mendukung keputusan yang dilakukan oleh pemerintah kota

Berikut adalah 6 dimensi yang diperlukan dalam pengimplementasian *Smart City* :

1. Smart Economy (*Competitiveness*)
2. Smart People(*Social and Human Capital*)
3. Smart Governence(*Participation*)
4. Smart Mobility(*Transportation and ICT*)
5. Smart Environment(*Natural Resources*)

### 2.2.2. *Smart Mobility*

Konsep ini adalah salah satu dari 6 dimensi yang diperlukan untuk mencapai kota yang bisa di kategorikan sebagai Smart City. Konsep ini juga menjadi hal yang cukup krusial dalam implementasi Smart City, karena menuai aspek kualitas hidup masyarakat yang membutuhkan moda transportasi yang aman, cepat dan ramah lingkungan.

Berikut ini adalah tujuan utama dari Smart Mobility dalam mendukung implementasi Smart City secara utuh:

1. Mengurangi polusi
2. Mengurangi kepadatan jalan
3. Meningkatkan keselamatan masyarakat
4. Mengurangi polusi suara
5. Meningkatkan kecepatan transport
6. Mengurangi biaya transport

Untuk mencapai sistem Smart Mobility yang baik, 3 paradigma dari Smart City dapat di implementasikan pada sistem ini. Selain untuk implementasi yang lebih baik, penggunaan 3 paradigma tersebut dapat membuat pemanfaatan Smart Mobility lebih pintar dan tidak merusak sistem lainnya, dari 3 paradigma tersebut, dapat ditentukan sebagai berikut:

1. Digital City: penggunaan ICT yang tersebar secara merata, dan terkoneksi untuk masyarakat dan organisasi, terbukanya banyak layanan dalam jaringan dan berbagi informasi yang di awasi oleh peraturan publik seperti e-gov dan e-democracy.
2. Green City: pemanfaatan ekologi yang tetap memberikan penekanan terhadap pembuangan limbah, mengurangi polusi dan penghematan energi alam dan memberdayakan lebih banyak lingkungan hijau pada kota seperti taman kota dan penghijauan di banyak titik yang tersebar pada kota tersebut.

3. Knowledge City: perlindungan data, informasi dan knowledge yang unik dari kota tersebut, seperti budaya yang akan dilestarikan, ataupun pengetahuan yang digunakan oleh perusahaan, daerah inovasi kota dan sebagainya.

### 2.2.3. Accessibility

Aksesibilitas merupakan sebuah konsep yang mendukung konsep Smart Mobility dimana aksesibilitas itu sendiri adalah konsep untuk untuk mendapatkan dan mencapai sesuatu barang ataupun tempat dengan berbagai faktor yang mempengaruhi. Aksesibilitas dipengaruhi oleh banyak faktor seperti *spatial* dimana faktor bangunan atau infrastruktur, faktor *temporal* yaitu waktu dan faktor individual dimana faktor tersebut merupakan faktor dari tiap individu yang bergerak untuk mencapai atau mendapatkan akses kepada barang atau tempat yang diinginkan. Aksesibilitas dapat dihitung dengan cara seperti berikut:

$$A = \frac{LF}{LF \times t}$$

Keterangan:

A = Aksesibilitas

LF = Load Factor

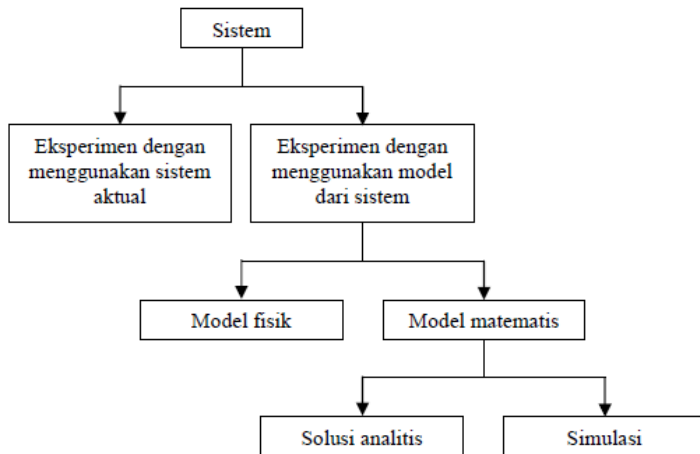
T = Waktu tempuh

### 2.2.4. Sistem

Menurut Schmidt & Taylor, Sistem didefinisikan sebagai kumpulan entitas yang berperan dan berinteraksi dalam mencapai tujuan tertentu. Dalam praktiknya, sistem merupakan hal yang sangat subjektif, tergantung sudut pandang orang yang mengamati sistem tersebut. Sistem yang diamati seseorang bisa jadi merupakan subsistem dari pengamatan orang lain, yang



memandang sistem yang lebih besar dan kompleks. Menurut Law & Kelton, berikut merupakan cara mempelajari suatu sistem :



**Gambar 2.1 Ilustrasi Cara Mempelajari Sistem**

Eksperimen menggunakan sistem aktual jarang digunakan, karena membutuhkan sumber daya yang besar, dan dapat mengganggu berjalannya sistem. Oleh karena itu dipilih untuk eksperimen menggunakan model dari sistem. Lalu Model fisik lebih jarang digunakan dalam penelitian, meskipun jarang digunakan model fisik berguna dalam rekayasa sistem, contohnya adalah membuat miniature pesawat. Model matematis merupakan representasi logis dan hubungan kuantitatif, yang kemudian dimanipulasi untuk melihat sistem bereaksi. Terakhir, solusi analitis dimungkinkan jika model yang digunakan sederhana, sehingga mungkin untuk membuat solusi secara analitis, apabila modelnya rumit atau kompleks, digunakan simulasi, sehingga kita dapat melatih model dengan berbagai *input* dan melihat dampaknya pada *output*.

### 2.2.5. Simulasi

Menurut Law and Kelton, Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses-proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat computer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut dapat dipelajari secara ilmiah. Simulasi mengacu pada kumpulan metode dan aplikasi untuk meniru sistem yang sebenarnya tanpa perlu membuat sistem yang asli yang dapat menguras sumber daya yang besar, biasanya dilakukan menggunakan komputer dan software tertentu. Simulasi komputer mengacu kepada metode untuk mempelajari berbagai macam model dari *real-world* sistem dengan evaluasi *numeric* menggunakan software yang di desain untuk meniru operasi dan karakteristik sistem sebenarnya. Jadi teknik simulasi adalah untuk meniru sistem yang sebenarnya dalam bentuk numerik dan simbol dengan menggunakan komputasi, sehingga memudahkan untuk dipelajari. Simulasi juga dapat digunakan sebagai *tools* evaluasi sistem dan sebagai pendukung keputusan.

### 2.2.6. Model Simulasi

Model simulasi terbagi menjadi tiga dimensi, yaitu:

#### 1. Statis dan Dinamis

Merupakan klasifikasi model simulasi berdasarkan waktu. Model statis merupakan model yang *output*-nya tidak dipengaruhi oleh perubahan waktu, sedangkan model dinamis merupakan model yang *output*-nya dipengaruhi oleh perubahan waktu.

#### 2. Deterministik dan Stokastik

Merupakan klasifikasi model simulasi berdasarkan derajat ketidakpastiannya. Model deterministik merupakan model yang *output*-nya bisa ditentukan secara pasti, contohnya adalah model-model matematis. Sedangkan model stokastik merupakan model simulasi yang *output*-nya mengandung ketidakpastian, contohnya adalah diagram pohon keputusan.

### 3. Diskrit dan Kontinyu

Merupakan klasifikasi model simulasi berdasarkan perubahan status variabel. Model diskrit adalah model yang status variabelnya berubah pada saat-saat tertentu, sedangkan model kontinyu merupakan model yang status variabelnya berubah secara kontinyu atau terus menerus.

#### 4.2.6. Sistem Dinamik

Sistem dinamik pertama kali diperkenalkan oleh Jay W. Forrester di Masschusetts Institute of Technology (MIT) pada tahun 1950-an, merupakan salah satu metode pemecahan permasalahan kompleks yang timbul karena adanya kecenderungan hubungan sebab-akibat dari berbagai macam variabel dalam sistem. Sistem dinamik adalah suatu metodologi yang digunakan untuk memahami permasalahan yang kompleks. Dengan memprioritaskan pada kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut dapat menentukan tingkah laku masalah yang dimodelkan dalam suatu sistem dinamik. Metode ini awalnya digunakan dalam permasalahan sederhana seperti fluktuasi inventori, ketidakstabilan tenaga kerja, dan penurunan pangsa pasar suatu perusahaan. Namun hingga saat ini, metode sistem dinamik terus berkembang dan diterapkan dalam berbagai bidang keilmuan untuk menyelesaikan permasalahan.

Tahapan dalam metode sistem dinamik adalah:

##### 1. *Problem Identification and Definition*

Langkah ini dilakukan pendefinisian masalah yang akan diselesaikan menggunakan model sistem dinamik, lalu dilakukan pendefinisian variabel-variabel yang terkait dalam permasalahan.

##### 2. *System Conceptualization*

Langkah ini dilakukan pembuatan diagram kausatik untuk menggambarkan hubungan kasualitas antar variabel dalam sistem, selanjutnya dibuat diagram alur atau *stock flow diagram*, yang menggambarkan struktur hubungan antar variabel.

##### 3. *Model Formulation*

Tahap ini dilakukan konversi hubungan antar variabel dalam bentuk persamaan matematis, *level*, *rate*, dan *auxiliary*.

4. *Simulation and Validation*



Langkah ini adalah untuk melakukan simulasi pada model yang telah dibuat lalu dilakukan testing validasi dan verifikasi model dengan sistem yang sebenarnya.

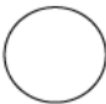

5. *Policy analysis and Improvement*

Model yang telah dibuat dijadikan acuan untuk melakukan analisis pada kebijakan yang akan diterapkan pada model dan melakukan evaluasi pada kebijakan tersebut, lalu dapat dilakukan pengembangan kebijakan yang terbaik.

Sistem dinamik memanfaatkan konsep sebab-akibat dan permodelan *stock and flow* dan sangat terpengaruh pada fungsi waktu. Pada permodelan *stock and flow* terdapat beberapa tipe variabel yang digunakan dalam diagram seperti dapat dilihat pada Tabel 2.4.

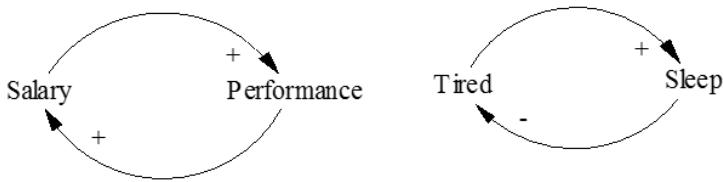
**Tabel 2.4 Tipe Variabel dan Simbol Stock Flow Diagram**

<b>Variabel</b>	<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>
Level		Merupakan variabel yang menyatakan akumulasi dari suatu benda dari waktu ke waktu. Dapat berupa manusia, barang, ataupun lainnya. Akumulasi <i>rate</i> dapat mengubah nilainya.
Rate		Merupakan suatu aktivitas atau <i>movement</i> (pergerakan), atau aliran yang bergerak terhadap perubahan

Variabel	Simbol	Keterangan
		waktu. Rate ini dapat mengubah <i>state</i> dari level menuju level berikutnya.
Auxiliary		Merupakan variabel yang merepresentasikan formulasi yang dapat mempengaruhi rate atau variabel lainnya.
Source/Sink		Source merupakan variabel yang mengartikan sistem diluar batasan model dan Sink mengartikan terminasi sistem.

#### 4.2.7. Causal Loop Diagram

*Causal loop diagram* atau yang biasa disebut diagram kausatik merupakan diagram yang digunakan untuk merepresentasikan sistem dalam Metode Sistem Dinamik. *Causal loop diagram* memudahkan untuk memahami hubungan sebab akibat yang merupakan salah satu alat untuk merepresentasikan struktur *feedback* dari sistem. Diagram ini juga memudahkan kita dalam memberikan hipotesis terhadap suatu penyebab dalam dinamika sistem. *Causal loop diagram* terdiri dari variabel-variabel yang dihubungkan dengan *link* atau dengan notasi anak panah( ) dengan notasi polaritas pada ujung *link* berupa tanda (+) atau (-) dan penundaan (||). Tanda (+) digunakan jika penyebab dan efeknya berbanding lurus, sedangkan tanda (-) digunakan jika penyebab dan efeknya berbanding terbalik. Berikut adalah contoh dari *causal loop diagram* :



**Gambar 2.2 Contoh Diagram Kausatik**

Terlihat dari Gambar 2.2, menunjukkan 2 diagram kausatik, yang masing-masing memiliki hubungan sebab-akibat antar variabelnya. Pada gambar pertama di sebelah kiri, perubahan *performance* dipengaruhi oleh *salary*, begitu juga sebaliknya, dengan polaritas yang sama (+) yang mengartikan naiknya *performance* dipengaruhi oleh naiknya *salary* dan naiknya *salary* dipengaruhi oleh naiknya *performance*, sedangkan pada gambar sebelahannya memiliki polaritas yang berbeda pada hubungan sebab akibatnya hubungan dari *sleep* ke *tired* memiliki polaritas (-) yang mengartikan semakin lama tidur semakin berkurang rasa lelahnya, dan hubungan dari *tired* ke *sleep* memiliki polaritas (+) yang mengartikan semakin merasa lelah semakin banyak tidur yang dibutuhkan.

#### 4.2.8. *Behaviour Pattern Test*

*Behaviour pattern test* merupakan salah satu bentuk uji validasi terhadap model simulasi untuk menilai seberapa akurat *output* pola perilaku model dengan pola perilaku dari sistem yang sebenarnya. Prosesnya adalah dengan membandingkan rata-rata (*mean comparison*) dan perbandingan variasi amplitudo, berikut merupakan bentuk formulasinya :

1. Perbandingan rata-rata (*Mean comparison*)

$$E1 = \frac{|S - A|}{A}$$

Keterangan :

S = Nilai rata-rata hasil simulasi

$A = \bar{N}$  Nilai rata-rata data

Model dianggap valid bila  $E1 \leq 5\%$

## 2. Perbandingan Variasi Amplitudo (*% Error Variance*)

$$E2 = \frac{|Ss - Sa|}{Sa}$$

Keterangan:

$Ss$  = Standar Deviasi Model

$Sa$  = Standar Deviasi Data

Model dianggap valid bila  $E2 \leq 3$

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



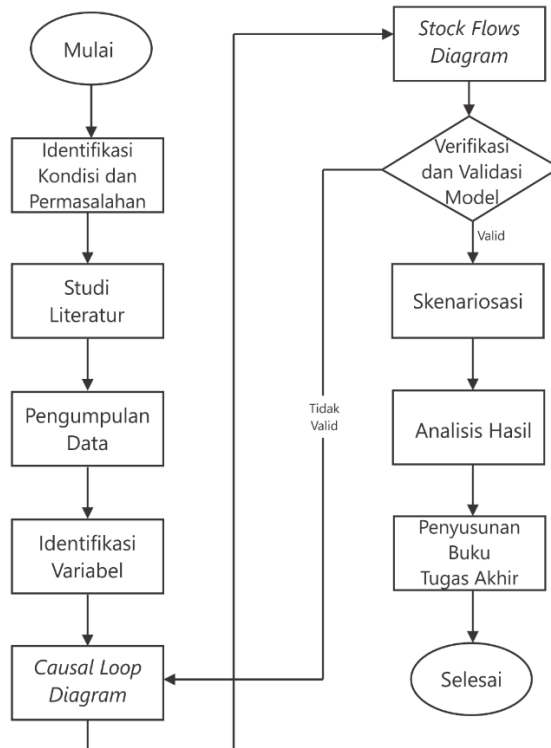
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir. Metodologi ini diperlukan sebagai panduan sistematis dalam pengerjaan tugas akhir.

#### 3.1 Diagram Metodologi

Sub-bab ini akan menjelaskan pengerjaan tugas akhir, seperti dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir**

## **3.2 Uraian Metodologi**

Pada bagian ini menjelaskan seluruh tahapan yang dilakukan selama penelitian tugas akhir berdasarkan metodologi yang digambarkan pada bagian sebelumnya.

### **3.2.1. Identifikasi Kondisi dan Permasalahan**

Tahap ini adalah tahapan awal dimana dilakukan identifikasi awal mengenai kondisi dan gambaran umum pada permasalahan yang ada. Mulai dilakukan penggalan informasi aktual kondisi terkini dan fakta-fakta yang ada dilapangan untuk memperoleh gambaran umum yang sebenarnya dari penelitian tugas akhir. Sehingga membawa penelitian tugas akhir ini pada sebuah permasalahan aksesibilitas di Kota Surabaya seperti yang dipaparkan pada bagian latar belakang.

### **3.2.2. Studi literatur**

Pada tahap studi literatur dilakukan penggalan dan pemahaman mengenai informasi dan literatur terkait penelitian yang dilakukan. Mulai dari pencarian literatur terkait penelitian terdahulu yang terakait dengan permasalahan yang ada sampai pada pemahaman mengenai konsep dari permodelan dan simulasi, teori dan konsep aksesibilitas.

### **3.2.3. Pengumpulan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk membantu penyelesaian permasalahan. Data-data mengenai variabel yang dibutuhkan untuk dimodelkan. Pengambilan data pada tugas akhir ini dilakukan melalui beberapa cara:

1. Referensi/Penelitian Sebelumnya
2. Observasi terkait aksesibilitas

#### 3.2.4. Identifikasi Variabel

Setelah didapatkan data terkait penelitian tugas akhir pada tahap sebelumnya, selanjutnya dilakukan penentuan komponen-komponen yang saling mempengaruhi atau memiliki hubungan sebab akibat. Komponen-komponen yang memiliki pengaruh signifikan dari hasil berjalannya sistem selanjutnya disebut variabel. Setiap variabel yang ada ditentukan parameternya, lalu seluruh variabel dan parameter dijabarkan secara sistematis yang selanjutnya menjadi input pada tahap penyusunan *causal loop diagram*.

#### 3.2.5. Causal Loop Diagram

Pada tahap, dilakukan pembuatan *causal loop diagram* sebelum disimulasikan pada *stock flows diagram*. Tujuan digunakan diagram kausatik adalah untuk mengklasifikasikan faktor dan indikator pada sistem ke dalam variabel dalam *causal loop diagram*. *Causal loop diagram* ditujukan untuk merepresentasikan sistem agar lebih muda dipahami keterkaitan antar variabel yang ada.

#### 3.2.6. Stock Flows Diagram

Pembuatan *stock flows diagram* dilakukan dengan cara mengambil variabel-variabel yang ada pada *causal loop diagram*. Lalu diklasifikan tiap variabel yang ada apakah termasuk *level*, *rate/flow*, *auxiliary*, *source and sink*, atau *parameter*. Setelah model terbentuk, selanjutnya merumuskan hubungan dari setiap variabel menggunakan rumusan *equation vensim*.

#### 3.2.7. Verifikasi dan Validasi Model

Setelah pembuatan model, dilakukan pengujian terhadap model. Pengujian model simulasi mencakup dua tahapan, yaitu verifikasi dan validasi model.

### 3.2.7.1. Verifikasi Model

Pada fase verifikasi model dilakukan pengecekan terhadap model, apakah model yang dibuat telah merefleksikan sistem konseptual dengan jelas dan terbebas dari *error*. Verifikasi model dilakukan terutama untuk menghindari kesalahan logika sehingga model dapat memberikan solusi yang masuk akal. Verifikasi model juga mencegah terjadinya kesalahan seperti cakupan variabel yang kurang penting terlibat namun justru variabel lain yang signifikan justru terabaikan.

### 3.2.7.2. Validasi Model

Validasi model bertujuan untuk mengetahui apakah model telah menggambarkan kondisi sebenarnya atau tidak. Validasi dilakukan setelah model simulasi diverifikasi. Suatu model dikatakan valid jika tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan sistem nyata yang diamati baik dari karakteristik maupun perilakunya. Pengujian yang akan digunakan untuk melakukan validasi model menggunakan metode *behavior pattern test*, yang berguna untuk memeriksa apakah model yang dibuat mampu menghasilkan *output* tingkah laku yang bisa diterima, dengan membandingkan rata-rata hasil dan *error variance*.

Selanjutnya apabila model telah valid dapat dilanjutkan ketahapan selanjutnya, apabila model belum valid kembali ke tahapan pembuatan *causal loop diagram*, untuk menyusun ulang model simulasi.

### 3.2.8. Skenariosasi

Tahapan ini dilakukan pemberian beberapa kondisi terhadap variabel model sehingga akan menghasilkan *output* yang berbeda-beda dari model awal. Dari *output* yang berbeda ini nantinya akan dilakukan analisis mana kondisi terbaik dan apakah terjadi efek perubahan yang signifikan pada model awal. Skenariosasi dilakukan untuk mengetahui kondisi yang paling ideal dari sistem.

### 3.2.9. Analisis Hasil

Tahap selanjutnya adalah analisis untuk mendapatkan model baru berdasarkan hasil dari skenariosasi, yang mana dari beberapa kondisi skenario dipilih satu yang paling ideal dan *output* terbaik. Skenario terbaik nantinya akan menjadi model pendukung keputusan untuk meningkatkan aksesibilitas kendaraan umum di Kota Surabaya.

### 3.2.10. Penyusunan Buku Tugas Akhir

Tahap ini merupakan tahapan terakhir, yang mana akan disusun pembuatan buku tugas akhir sebagai dokumentasi dari penelitian tugas akhir, mulai dari paparan latar belakang permasalahan sampai pada tahapan kesimpulan dan saran. Dokumentasi ini ditujukan agar seluruh langkah-langkah yang telah dilakukan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pembacanya. Buku ini juga dapat digunakan sebagai panduan pembaca apabila ingin melakukan penelitian sejenis atau digunakan sebagai referensi pengembangan lebih lanjut. Luaran ini berupa buku yang disesuaikan dengan format yang telah ditetapkan oleh Departemen Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

## 3.3 Rangkuman Metodologi

Pada rangkuman metodologi ini menjelaskan metodologi yang dilakukan dalam tugas akhir ini, diawali dari rangkaian aktivitas, tujuan, input, output dan juga metode yang digunakan. Dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah.

**Tabel 3.1 Rangkuman Metodologi**

<b>Aktivitas</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Input</b>	<b>Output</b>	<b>Metode</b>
Indentifikasi Kondisi dan Permasalahan	Memahami kondisi sebenarnya	Kondisi lalu lintas Kota Surabaya	Rumusan Masalah	Wawancara, Observasi

Aktivitas	Tujuan	Input	Output	Metode
	pada lalu lintas kota Surabaya			
Studi literatur	Mencari dan memahami literatur terkait topik tugas akhir	Literatur terkait topik tugas akhir	Dasar teori terkait tugas akhir	Studi Literatur
Pengumpulan Data	Menggali konsep terkait sistem yang akan dimodelkan dan pengumpulan data terkait	Pertanyaan-pertanyaan seputar sistem yang akan dimodelkan	Gambaran umum sistem dan data terkait sistem	Observasi, Studi literatur
Identifikasi Variabel	Menetapkan variabel apa saja yang mempengaruhi nilai aksesibilitas	Konsep dan gambaran umum sistem	Gambaran detail sistem	Wawancara, Diskusi dan studi literatur
<i>Causal Loop Diagram</i>	Membuat model diagram kausatik sistem	Variabel-variabel terkait didalam sistem	Diagram Kausatik	<i>System Modeling</i>
Stock Flows Diagram	Membuat Model dan melakukan penyusunan persamaan yang akan digunakan didalam model	Diagram Kausatik	<i>Stock Flows Diagram</i>	<i>System Modeling</i>

Aktivitas	Tujuan	Input	Output	Metode
	yang akan dibuat			
Verifikasi dan Validasi	Melakukan verifikasi dan validasi model yang telah dibuat	Hasil simulasi	Hasil Verifikasi dan Validasi (Nilai E1 dan E2)	Verifikasi, <i>Means Comparison</i> , <i>Amplitude Variance Comparison</i>
Skenariosasi	Mendefinisikan skenario yang akan coba diterapkan ke dalam sistem	Rancangan skenario	Hasil simulasi skenario	Simulasi
Analisis Hasil	Melakukan analisis terhadap hasil skenario yang telah coba dilakukan	Hasil simulasi skenario	Analisa perbandingan hasil skenario	Analisis data
Pembuatan Laporan Tugas Akhir	Membuat buku tugas akhir yang menjelaskan penelitian yang telah dilakukan	Hasil penelitian tugas akhir yang meliputi hasil keseluruhan aktivitas yang telah dilakukan	Laporan tugas akhir	Penulisan ilmiah

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB IV**

### **PERANCANGAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan yang termasuk ke dalam perancangan dan implementasi dari penelitian yang dilakukan. Tahapan tersebut meliputi beberapa tahapan yang ada pada metodologi penelitian, seperti pengumpulan data, perancangan *causal loop diagram* dan *stock flows diagram*, dan validasi model. Tahapan-tahapan tersebut merupakan sebuah aliran yang terhubung, sehingga harus dilakukan secara berurutan. Berikut adalah penjelasan setiap tahapan perancangan.

#### **4.1. Pengumpulan Data**

Pada bagian pengumpulan data akan dijelaskan terkait data-data yang digunakan untuk mendukung pengembangan model peningkatan aksesibilitas kendaraan umum. Pengumpulan data pada penelitian tugas akhir ini melalui beberapa cara yaitu wawancara dan pengumpulan data dari perusahaan dan instansi terkait lainnya, dan referensi paper atau penelitian sebelumnya. Sebagian besar data yang akan dijelaskan merupakan data sekunder kuantitatif. Data sekunder berdasarkan pada referensi paper atau penelitian sebelumnya terkait aksesibilitas kendaraan umum dan juga pengambilan data melalui *database online* beberapa instansi terkait. Sedangkan untuk beberapa data primer didapatkan melalui wawancara dan observasi pada instansi terkait yakni Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Data lainnya juga akan dijelaskan seiring dengan penjelasan pada pengembangan model *causal loop diagram* dan *stock flows diagram*. Beberapa data yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Data Arus Kendaraan Umum yang beroperasi
2. Data Arus Penumpang yang menggunakan Kendaraan Umum
3. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Data diatas didapatkan untuk mendukung proses pembuatan model, data yang akan dijelaskan pada sub-bab pengumpulan data. Beberapa data yang ada memiliki rentang waktu yang berbeda, sampai pada data yang terbaru yakni tahun 2016-2018.

#### 4.1.1.1. Data Arus Kendaraan Umum yang beroperasi

Data arus kendaraan umum diperlukan untuk mengetahui jumlah kendaraan umum yang sedang beroperasi. Data arus kendaraan umum sangat penting bagi pembuatan model sebagai data pembanding kondisi eksisting dengan output yang diharapkan dari penelitian. Dapat dilihat pada Tabel 4.1 menunjukkan jumlah kendaraan umum yang tercatat beroperasi pada jalan Wonokromo, A.Yani, dan Rungkut di Kota Surabaya.

**Tabel 4.1 Data Arus Kendaraan Umum yang Beroperasi**

<b>Periode</b>	<b>Wonokromo</b>	<b>A.Yani</b>	<b>Rungkut</b>
November 2016	15320	15320	12302
Desember 2016	15892	15892	12984
Januari 2017	12478	13467	9246
Februari 2017	12833	13699	9628
Maret 2017	13189	13930	10010
April 2017	13544	14162	10392
Mei 2017	13899	14394	10774
Juni 2017	14254	14625	11156
Juli 2017	14610	14857	11538
Agustus 2017	14965	15088	11920
September 2017	13278	13278	12302
Oktober 2017	13633	13509	10254
November 2017	13989	13741	10636
Desember 2017	14344	13973	11018
Januari 2018	11532	13267	8425
Februari 2018	11887	13499	8807

#### 4.1.2. Data Arus Penumpang pengguna Kendaraan Umum

Mengetahui data arus penumpang diperlukan untuk mengetahui jumlah demand dari kendaraan umum bagi masyarakat Surabaya. Data arus Penumpang sangat penting bagi pembuatan model sebagai data pembanding kondisi eksisting dengan output yang diharapkan dari penelitian. Dapat dilihat pada Tabel 4.2 arus penumpang berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya.

**Tabel 4.2 Data Arus Penumpang Pengguna Kendaraan Umum**

<b>Periode</b>	<b>Wonokromo</b>	<b>A.Yani</b>	<b>Rungkut</b>
November 2016	58291	57902	40203
Desember 2016	58981	56203	42039
Januari 2017	51429	54803	35023
Februari 2017	52287	52870	35671
Maret 2017	53145	53287	36318
April 2017	54002	53703	36966
Mei 2017	54860	54120	37613
Juni 2017	55718	54537	38261
Juli 2017	56576	54953	38908
Agustus 2017	57433	55370	39556
September 2017	58291	55786	37203
Oktober 2017	54210	56203	37851
November 2017	55068	56620	38498
Desember 2017	55926	57036	39146
Januari 2018	50263	57453	32040
Februari 2018	51121	57870	32688
Maret 2018	51979	58286	33335

#### 4.1.3. Data Lalu Lintas Harian Rata – Rata Kota Surabaya

Data lalu lintas harian kota Surabaya merupakan data jumlah kendaraan yang melalui sebuah jalan di Kota Surabaya data tersebut diperlukan untuk mengestimasi kemacetan yang terjadi di beberapa ruas jalan Surabaya, yang berguna untuk menghitung tingkat kemacetan dari suatu jalan dimana tingkat kemacetan dapat mengurangi aksesibilitas pada suatu jalan dari kendaraan umum pada kota Surabaya Tabel 4.3 data didapatkan dari pihak Dinas Perhubungan Kota Surabaya.

**Tabel 4.3 Lalu Lintas Harian Kota Surabaya**

<b>Periode</b>	<b>Wonokromo</b>	<b>A.Yani</b>	<b>Rungkut</b>
November 2016	24718	31896	14068
Desember 2016	23277	31209	16049
Januari 2017	24531	29194	14698
Februari 2017	24225	31475	16613
Maret 2017	22933	30570	15964
April 2017	22399	28490	17241
Mei 2017	24600	31971	17892
Juni 2017	24265	28949	14278
Juli 2017	23683	29004	14840
Agustus 2017	23617	30089	17512
September 2017	23717	28299	17044
Oktober 2017	23396	30037	17419
November 2017	22490	31395	15546
Desember 2017	24871	29372	16102
Januari 2018	24333	29580	17762
Februari 2018	23228	31068	14588
Maret 2018	24602	28155	14235

## 4.2. Identifikasi Variabel

Pada bagian ini, identifikasi variabel merupakan salah satu proses pengolahan data yang didapat, yakni dengan menentukan variabel signifikan berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan untuk digunakan dalam pengembangan model baik *causal loop diagram* maupun *stock flows diagram*. Seluruh data hasil wawancara, observasi, dan penelitian sebelumnya diolah untuk menentukan variabel apa saja yang berpengaruh terhadap aksesibilitas pada kendaraan umum. Hasil dari pengolahan data akan menunjukkan gambaran dari kondisi saat ini terkait sistem yang ada. Beberapa hal yang mempengaruhi aksesibilitas kendaraan umum pada Kota Surabaya antara lain adalah

1. *Transportation*
  - a. *Public Transportation*
  - b. *Number of Vehicle*
  - c. *Vehicle Capacity*
  - d. *Load Factor*
2. *Temporal*
  - a. *Travelling Time*
  - b. *Speed*
  - c. *Layover Time*
  - d. *Route Length*
3. *Individual (Number of Passenger)*
4. *Congestion*
  - b. *Traffic Volume*
  - c. *Traffic Capacity*

## 4.3. Causal Loop Diagram

Pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana pembuatan *causal loop diagram* atau diagram kausatik dari sistem. *Causal loop diagram* pada penelitian ini dibuat menggunakan aplikasi Vensim PLE. Model diagram kausatik digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab akibat antar variabel didalam sistem yang dimodelkan. Model diagram kausatik ini dibuat berdasarkan kondisi sistem saat ini (as is). Model diagram



Merupakan salah satu variabel yang menjadi faktor utama dalam peningkatan accessibility, merupakan faktor peningkatan accessibility berdasarkan aspek kendaraan umum yang beroperasi pada sebuah jalan yang dipilih untuk di teliti.

### 3. Individual

Merupakan salah satu variabel yang menjadi faktor utama peningkatan accessibility berdasarkan aspek penumpang transportasi umum.

### 4. Temporal

Merupakan salah satu variabel yang menjadi faktor utama peningkatan accessibility berdasarkan aspek waktu tunggu dan waktu perjalanan transportasi umum biasanya variabel ini memiliki satuan waktu seperti menit ataupun jam.

### 5. Number of route

Merupakan jumlah rute kendaraan umum yang tersedia dan dapat diakses oleh masyarakat, yang mana variabel ini akan menjadi bagian yang menentukan pengaruh dari aksesibilitas berdasarkan transportasi umum yang ada.

### 6. Capacity

Merupakan kapasitas dari tiap kendaraan umum yang tersedia, yang mana kapasitas kendaraan umum akan mempengaruhi jumlah penumpang yang masuk ke dalam kendaraan umum. Kapasitas pada kendaraan umum adalah kapasitas kendaraan umum jenis minibus dengan kapasitas 10 orang pada tiap kendaraan umum yang ada.

### 7. Frequency

Merupakan variabel yang menunjukkan frekuensi dari kedatangan kendaraan umum dimana variabel ini akan menunjukkan jumlah kendaraan umum yang melewati titik lokasi akses dalam kurun waktu tertentu.

#### 8. Route Length

Merupakan variabel yang menunjukkan panjang rute yang dilalui oleh kendaraan umum untuk mencapai tujuan.

#### 9. Speed

Merupakan nilai yang menunjukkan tingkat kecepatan dari kendaraan umum untuk sampai kepada tujuan yang diinginkan.

#### 10. Operation Time

Merupakan variabel yang menunjukkan waktu beroperasi dari kendaraan umum yang ada dimana variabel ini akan mempengaruhi tingkat aksesibilitas dari kendaraan umum. Dimana waktu beroperasi dari kendaraan umum ini dianggap sama untuk tiap-tiap kendaraan umum yang beroperasi.

#### 11. Travel time

Merupakan variabel yang menunjukkan waktu kendaraan umum berjalan melalui satu rute, merupakan faktor utama yang mempengaruhi variabel temporal pada model ini. Dimana nilai dari Travel time didapatkan dari gabungan seluruh nilai jenis waktu yang ada pada model ini.

#### 12. Waiting time

Merupakan variabel yang menunjukkan waktu tunggu dari penumpang untuk mendapatkan akses terhadap kendaraan umum yang dinaiki penumpang, sehingga berpengaruh langsung terhadap tingkat lamanya perjalanan yang akan dilalui oleh penumpang dengan menggunakan kendaraan umum tersebut.

#### 13. Service Intensity

Merupakan variabel yang menunjukkan intensitas dari kendaraan umum.



#### 14. Congestion

Merupakan variabel yang berdampak mengurangi nilai waktu yang diperlukan kendaraan umum untuk mencapai suatu tujuan.

#### 15. Traffic Volume

Merupakan volume dari ruas jalan yang dilalui oleh kendaraan umum.

#### 16. Traffic Capacity

Merupakan kapasitas jalan yang dimiliki oleh ruas jalan yang menunjukkan nilai muat dari tiap ruas jalan dengan maksimum kendaraan yang dapat ditampungnya.

### **4.4. Stock Flows Diagram**

Tahap selanjutnya adalah membuat diagram arus atau *stock flows diagram* berdasarkan dengan diagram kausatik yang telah dibuat. Permodelan diagram arus dibuat menggunakan aplikasi Vensim PLE. Permodelan arus dilakukan untuk mengetahui pola perilaku hubungan antar variabel menggunakan metode simulasi dengan tujuan untuk melakukan verifikasi dan validasi kesesuaian model dengan sistem nyata (as is). Diagram *stock flows diagram* atau biasa disebut SFD disimulasikan dengan time step berdurasi 40 dengan satuan bulan data yang diperoleh merupakan data berbentuk aktifitas kendaraan umum dalam bentuk bulan, sehingga dapat dibandingkan secara seimbang.

Aktivitas yang dilakukan kendaraan umum mulai dari beberapa aspek seperti demand penumpang dan transportasi umum yang berpengaruh yang berimbas pada tingkat aksesibilitas dari kendaraan umum memiliki kondisi dan kemungkinan yang acak karena berhubungan dengan banyak faktor yang mempengaruhinya. Sebagian data yang didapatkan tidak memiliki pola khusus, pun berdasarkan dari hasil pengambilan data. Oleh karena itu, dalam penyusunan model dimanfaatkan fungsi seperti RANDOM NORMAL, RANDOM UNIFORM,

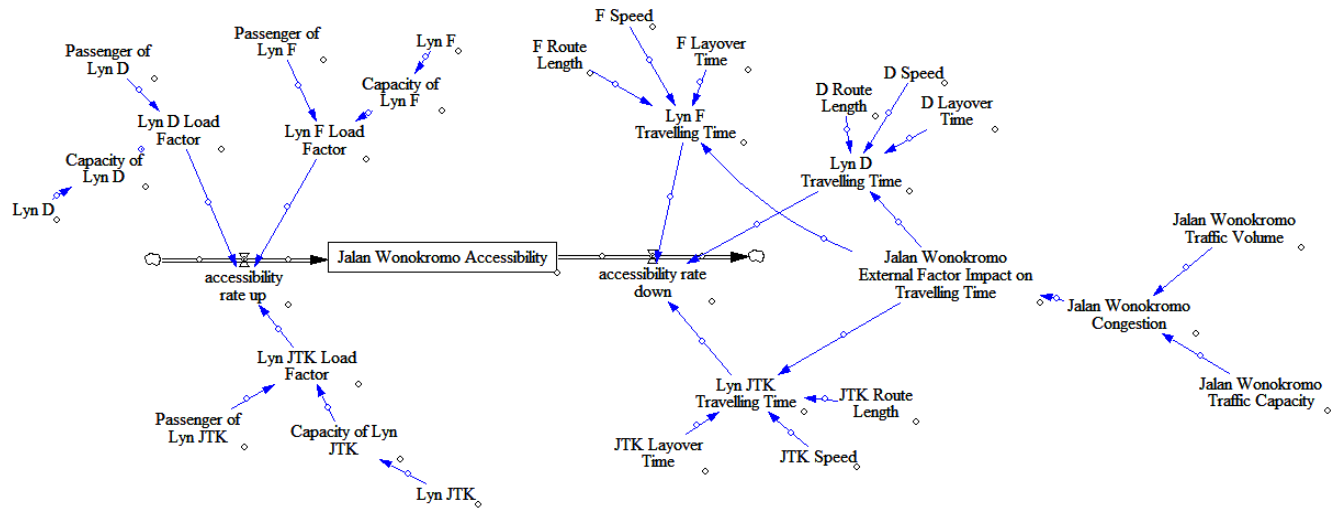
dan IF THEN ELSE. Untuk data yang tidak berpola akan dicari nilai maksimal, minimal, rata-rata, dan standar deviasinya untuk dipanggil menggunakan *RANDOM NORMAL*, untuk data yang hanya memiliki batas bawah dan atas akan dipanggil dengan *RANDOM UNIFORM*, dan untuk variabel yang didasarkan pada kondisi opsional akan dipanggil menggunakan fungsi *IF THEN ELSE*. Pada Tabel 4.4 merupakan penjelasan fungsi-fungsi yang akan sering digunakan pada ekuasi model.

**Tabel 4.4 Beberapa Fungsi Ekuasi Model**

<b>Fungsi</b>	<b>Ekuasi</b>	<b>Keterangan</b>
<i>RANDOM NORMAL</i>	<i>RANDOM NORMAL(min, max, mean, std dev, seed)</i>	Digunakan untuk membangkitkan nilai random dengan masukan nilai maksimal, minimal, rata-rata, standar deviasi.
<i>RANDOM UNIFORM</i>	<i>RANDOM UNIFORM(min, max, seed)</i>	Digunakan untuk membangkitkan nilai random dimana data hanya memiliki batas minimal dan batas maksimal
<i>IF THEN ELSE</i>	<i>IF THEN ELSE(kondisi, nilai jika kondisi benar, nilai jika kondisi salah)</i>	Digunakan untuk menentukan nilai opsional

Fungsi	Ekuasi	Keterangan
		berdasarkan kondisi

#### 4.4.1. Stock Flows Diagram Aksesibilitas Jalan Wonokromo



Gambar 4.2 Stock Flow Diagram Jalan Wonokromo

Pada sub-model aksesibilitas jalan wonokromo ini ini menggambarkan variabel apa saja yang mempengaruhi aksesibilitas baik yang mempengaruhi secara langsung maupun tidak, variabel utama yang mempengaruhi penambahan aksesibilitas adalah *Load Factor* dari setiap kendaraan umum yang melewati rute jalan tersebut. Sementara faktor yang mempengaruhi pengurangan aksesibilitas adalah faktor waktu tempuh dari tiap kendaraan umum yang melewati rute tersebut seperti dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Untuk tiap tiap *load factor* kendaraan umum dipengaruhi oleh kapasitas dari kendaraan umum tersebut dan jumlah penumpang yang manaiki kendaraan umum. Sementara faktor *travelling time* dipengaruhi oleh panjang rute yang dilalui oleh kendaraan umum tersebut, kecepatan kendaraan umum tersebut, dan lay over time dari kendaraan umum tersebut dimana lay over time merupakan waktu dimana kendaraan umum berhenti untuk menunggu penumpang diluar waktu perjalanan kendaraan umum sehingga menambah waktu untuk menyelesaikan satu rute perjalanan.

Untuk variabel model kemacetan dipengaruhi oleh volume ruas jalan wonokromo dan kapasitas jalan wonokromo. Dimana variabel kemacetan akan berdampak langsung pada variabel *travelling time* pada tiap angkutan umum yang tersedia.

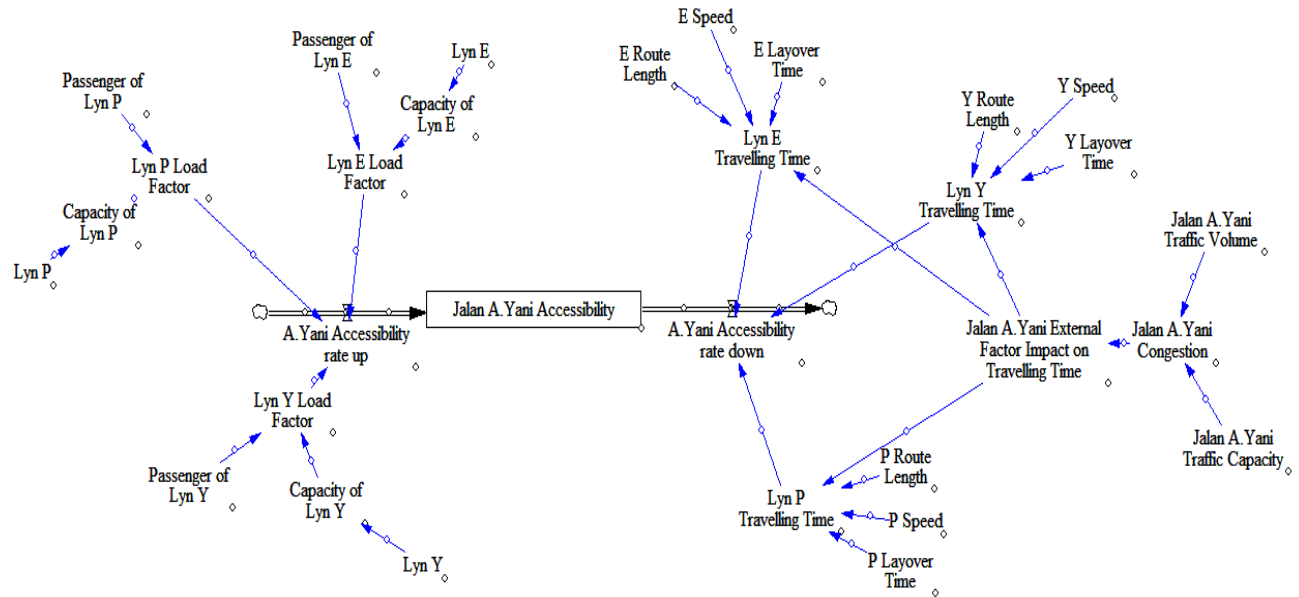
**Tabel 4.5 Formulasi Aksesibilitas Jalan Wonokromo**

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
Jalan Wonokromo Accessibility	$(\text{accessibility rate up})/(\text{accessibility rate up} * \text{accessibility rate down})$
Accessibility rate up	$(\text{Lyn D Load Factor} + \text{Lyn F Load Factor} + \text{Lyn JTK Load Factor})/3$
Accessibility rate down	$(\text{Lyn D Travelling Time} + \text{Lyn F Travelling Time} + \text{Lyn JTK Travelling Time})/3$
Lyn F Load Factor	$\text{Passenger of Lyn F} / \text{Capacity of Lyn F}$

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
Capacity of Lyn F	$\text{Lyn F} \times 10$
Lyn F	$\text{RANDOM NORMAL}(4072, 4981, 4617, 260.4, 1)$
Passenger of Lyn F	$\text{RANDOM NORMAL}(15176, 18672, 16903, 1064.62, 0)$
Lyn D Load Factor	$\text{Passenger of Lyn D} / \text{Capacity of Lyn D}$
Capacity of Lun D	$\text{Lyn D} \times 10$
Lyn D	$\text{RANDOM NORMAL}(9099, 11576, 10201.1, 831.05, 0)$
Passenger of Lyn D	$\text{RANDOM NORMAL}(25140, 28910, 27075, 1228.7, 1)$
Lyn JTK Load Factor	$\text{Passenger of Lyn JTK} / \text{Capacity of Lyn JTK}$
Capacity of Lyn JTK	$\text{Lyn JTK} \times 10$
Lyn JTK	$\text{RANDOM NORMAL}(5058, 6471, 5842, 391.41, 1)$
Passeger of Lyn JTK	$\text{RANDOM NORMAL}(16526, 19693, 18439, 994.7, 1)$
Lyn F Travelling Time	$(1 + \text{Jalan Wonokromo External Factor Impact on Travelling Time}) \times ((\text{F Route Length} / \text{F Speed}) \times 60) + \text{F Layover Time}$
F Route Length	26
F Speed	$\text{RANDOM NORMAL}(10, 25, 16.24, 8, 1)$
F Layover time	$\text{RANDOM NORMAL}(120, 260, 180, 40, 1)$
Lyn D Travelling Time	$(1 + \text{Jalan Wonokromo External Factor Impact on Travelling Time}) \times ((\text{D Route Length} / \text{D Speed}) \times 60) + \text{D Layover Time}$
D Route Length	24
D Speed	$\text{RANDOM NORMAL}(10, 25, 15.1, 8, 1)$

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
D Layover time	RANDOM NORMAL( 20 , 60 , 40 , 25 , 1 )
Lyn JTK Travelling time	$(1 + \text{Jalan Wonokromo External Factor Impact on Travelling Time}) * ((\text{JTK Route Length} / \text{JTK Speed}) * 60) + \text{JTK Layover Time}$
JTK Route Length	25
JTK Speed	RANDOM NORMAL( 10 , 25 , 16.24 , 8 , 1 )
JTK Layover time	RANDOM NORMAL( 180 , 315 , 250 , 40 , 1 )
Jalan Wonokromo External Factor Impact on Travelling Time	$0.4 * \text{Jalan Wonokromo Congestion}$
Jalan Wonokromo Congestion	$\text{Jalan Wonokromo Traffic Volume} / \text{Jalan Wonokromo Traffic Capacity}$
Jalan Wonokromo Traffic Volume	RANDOM NORMAL( 22399 , 24871 , 23816.8 , 756.62 , 1 )
Jalan Wonokromo Traffic Capacity	7830

#### 4.4.2. Stock Flows Diagram Aksesibilitas Jalan A.Yani



**Gambar 4.3 Stock Flow Diagram Jalan A.Yani**



Pada sub-model aksesibilitas jalan a.yani ini ini menggambarkan variabel apa saja yang mempengaruhi aksesibilitas baik yang mempengaruhi secara langsung maupun tidak langsung terhadap nilai aksesibilitas kendaraan pada jalan a.yani , variabel utama yang mempengaruhi penambahan aksesibilitas adalah *Load Factor* dari setiap kendaraan umum yang melewati rute jalan tersebut. Sementara faktor yang mempengaruhi pengurangan aksesibilitas adalah faktor waktu tempuh dari tiap kendaraan umum yang melewati rute tersebut seperti dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Untuk tiap tiap *load factor* kendaraan umum dipengaruhi oleh kapasitas dari kendaraan umum tersebut dan jumlah penumpang yang manaiiki kendaraan umum. Sementara faktor *travelling time* dipengaruhi oleh panjang rute yang dilalui oleh kendaraan umum tersebut, kecepatan kendaraan umum tersebut, dan lay over time dari kendaraan umum tersebut dimana lay over time merupakan waktu dimana kendaraan umum berhenti untuk menunggu penumpang diluar waktu perjalanan kendaraan umum sehingga menambah waktu untuk menyelesaikan satu rute perjalanan.

Untuk variabel model kemacetan dipengaruhi oleh volume ruas jalan a.yani dan kapasitas jalan a.yani. Dimana variabel kemacetan akan berdampak langsung pada variabel *travelling time* pada tiap angkutan umum yang tersedia. Formulasi variabel apa saja yang mempengaruhi Aksesibilitas jalan A.Yani dapat dilihat pada Tabel 4.6.

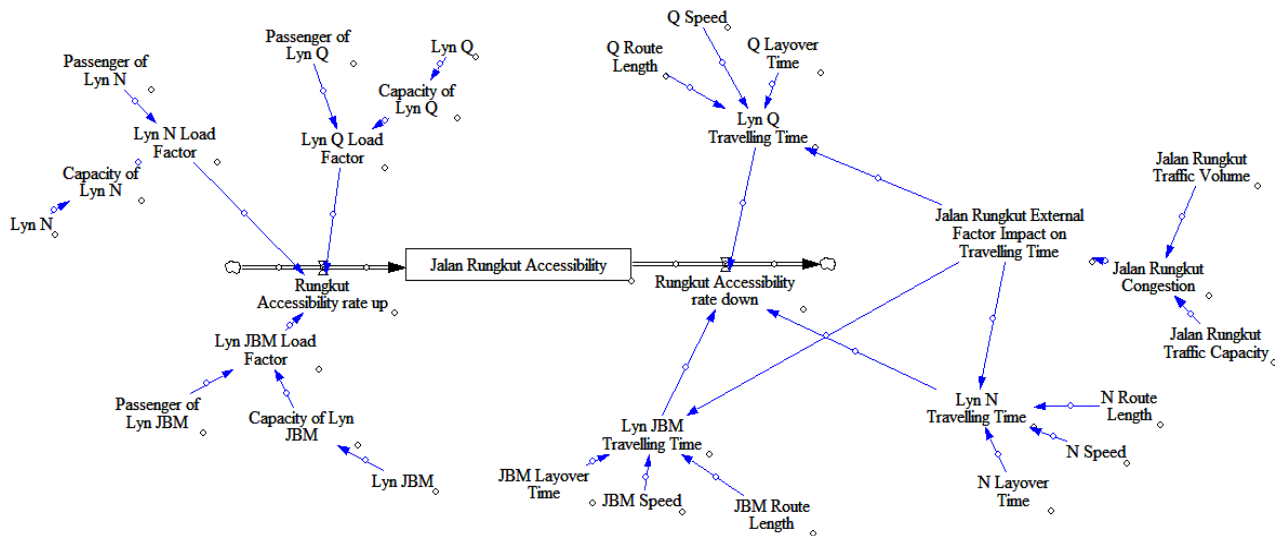
**Tabel 4.6 Formulasi Aksesibilitas Jalan A.Yani**

Variabel	Persamaan
Jalan A.Yani Accessibility	$(A.Yani \text{ accessibility rate up}) / (A.Yani \text{ accessibility rate up} * A.Yani \text{ accessibility rate down})$
Accessibility rate up	$(Lyn P \text{ Load Factor} + Lyn E \text{ Load Factor} + Lyn Y \text{ Load Factor}) / 3$

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
Accessibility rate down	$(\text{Lyn E Travelling Time} + \text{Lyn P Travelling Time} + \text{Lyn Y Travelling Time})/3$
Lyn E Load Factor	Passenger of Lyn E / Capacity of Lyn E
Capacity of Lyn E	$\text{Lyn E} * 10$
Lyn E	RANDOM NORMAL( 4524 , 5694 , 5203.18 , 405.191 , 0 )
Passenger of Lyn E	RANDOM NORMAL( 15474 , 19288 , 17083.4 , 1304 , 1 )
Lyn P Load Factor	Passenger of Lyn P / Capacity of Lyn P
Capacity of Lyn P	$\text{Lyn P} * 10$
Lyn P	RANDOM NORMAL( 3572 , 4825 , 4057 , 419 , 0 )
Passenger of Lyn P	RANDOM NORMAL( 11027 , 13761 , 12426.8 , 738.04 , 0 )
Lyn Y Load Factor	Passenger of Lyn Y / Capacity of Lyn Y
Capacity of Lyn Y	$\text{Lyn Y} * 10$
Lyn Y	RANDOM NORMAL( 15133 , 17772 , 16774 , 842.85 , 1 )
Passenger of Lyn Y	RANDOM NORMAL( 4833 , 6699 , 5847.31 , 620.05 , 1 )
Lyn E Travelling Time	$((1 + \text{"Jalan A.Yani External Factor Impact on Travelling Time"}) * ((\text{E Route Length} / \text{E Speed}) * 60) + \text{E Layover Time})$
E Route Length	26
E Speed	RANDOM NORMAL( 10 , 25 , 16.24 , 5 , 1 )
E Layover time	RANDOM NORMAL(120 , 260 , 180 , 58 , 1 )
Lyn P Travelling Time	$(1 + \text{"Jalan A.Yani External Factor Impact on Travelling Time"}) * ((\text{P}$

Variabel	Persamaan
	Route Length/P Speed)*60)+ P Layover Time)
P Route Length	24
P Speed	RANDOM NORMAL( 10 , 25 , 16.24 , 6 , 1 )
P Layover time	RANDOM NORMAL( 180 , 315 , 250 , 48 , 1 )
Lyn Y Travelling time	$(1 + \text{"Jalan A.Yani External Factor Impact on Travelling Time"}) * (((Y \text{ Route Length} / Y \text{ Speed}) * 60) + Y \text{ Layover Time})$
Y Route Length	25
Y Speed	RANDOM NORMAL( 10 , 25 , 15.1 , 5 , 1 )
Y Layover time	RANDOM NORMAL( 20 , 60 , 40 , 10 , 1 )
Jalan A.Yani External Factor Impact on Travelling Time	0.4*Jalan A.Yani Congestion
Jalan A.Yani Congestion	Jalan A.Yani Traffic Volume/Jalan A.Yani Traffic Capacity
Jalan A.Yani Traffic Volume	RANDOM NORMAL( 28811 , 31789 , 30162 , 1188.79 , 1 )
Jalan A.Yani Traffic Capacity	8430

#### 4.4.3. *Stock Flows Diagram* Aksesibilitas Jalan Rungkut



**Gambar 4.4 *Stock Flow Diagram* Jalan Rungkut**

Pada sub-model aksesibilitas jalan runkut ini ini menggambarkan variabel apa saja yang mempengaruhi aksesibilitas baik yang mempengaruhi secara langsung maupun tidak langsung terhadap nilai aksesibilitas kendaraan pada jalan runkut , variabel utama yang mempengaruhi penambahan aksesibilitas adalah *Load Factor* dari setiap kendaraan umum yang melewati rute jalan tersebut. Sementara faktor yang mempengaruhi pengurangan aksesibilitas adalah faktor waktu tempuh dari tiap kendaraan umum yang melewati rute tersebut seperti dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Untuk tiap tiap *load factor* kendaraan umum dipengaruhi oleh kapasitas dari kendaraan umum tersebut dan jumlah penumpang yang manaiiki kendaraan umum. Sementara faktor *travelling time* dipengaruhi oleh panjang rute yang dilalui oleh kendaraan umum tersebut, kecepatan kendaraan umum tersebut, dan lay over time dari kendaraan umum tersebut dimana lay over time merupakan waktu dimana kendaraan umum berhenti untuk menunggu penumpang diluar waktu perjalanan kendaraan umum sehingga menambah waktu untuk menyelesaikan satu rute perjalanan.

Untuk variabel model kemacetan dipengaruhi oleh volume ruas jalan runkut dan kapasitas jalan runkut. Dimana variabel kemacetan akan berdampak langsung pada variabel *travelling time* pada tiap angkutan umum yang tersedia. Formulasi variabel apa saja yang mempengaruhi Aksesibilitas jalan A.Yani dapat dilihat pada Tabel 4.7.

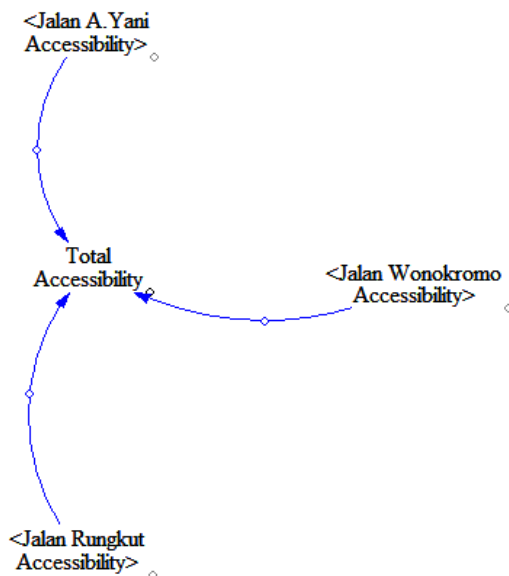
**Tabel 4.7 Formulasi Aksesibilitas Jalan Rungkut**

Variabel	Persamaan
Jalan Rungkut Accessibility	$(\text{Rungkut Accessibility rate up})/(\text{Rungkut Accessibility rate up} * \text{Rungkut Accessibility rate down})$
Accessibility rate up	$(\text{Lyn JBM Load Factor} + \text{Lyn Q Load Factor} + \text{Lyn N Load Factor})/3$

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
Accessibility rate down	$(\text{Lyn JBM Travelling Time} + \text{Lyn N Travelling Time} + \text{Lyn Q Travelling Time})/3$
Lyn Q Load Factor	Passenger of Lyn Q/Capacity of Lyn Q
Capacity of Lyn Q	$\text{Lyn Q} * 10$
Lyn Q	$\text{RANDOM NORMAL}(7631, 9121, 8217.53, 450.31, 1)$
Passenger of Lyn Q	$\text{RANDOM NORMAL}(22133, 25241, 23446, 813.31, 1)$
Lyn N Load Factor	Passenger of Lyn N/Capacity of Lyn N
Capacity of Lyn N	$\text{Lyn N} * 10$
Lyn N	$\text{RANDOM NORMAL}(7025, 8846, 7839.33, 542.37, 1)$
Passenger of Lyn N	$\text{RANDOM NORMAL}(23210, 26893, 25126.7, 1133.02, 1)$
Lyn JBM Load Factor	Passenger of Lyn JBM/Capacity of Lyn JBM
Capacity of Lyn JBM	$\text{Lyn JBM} * 10$
Lyn JBM	$\text{RANDOM NORMAL}(4018, 5980, 4845, 571.64, 1)$
Passenger of Lyn JBM	$\text{RANDOM NORMAL}(15079, 18651, 17066.1, 1213.64, 1)$
Lyn Q Travelling Time	$(1 + \text{Jalan Rungkut External Factor Impact on Travelling Time}) * (((Q \text{ Route Length} / Q \text{ Speed}) * 60) + Q \text{ Layover Time})$
Q Route Length	26
Q Speed	$\text{RANDOM NORMAL}(10, 25, 16.24, 6, 1)$
Q Layover time	$\text{RANDOM NORMAL}(120, 260, 180, 30, 1)$
Lyn N Travelling Time	$(1 + \text{Jalan Rungkut External Factor Impact on Travelling Time}) * (((N$

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
	Route Length/N Speed)*60)+N Layover Time)
N Route Length	24
N Speed	RANDOM NORMAL( 10 , 25 , 15.1 , 8 , 1 )
N Layover time	RANDOM NORMAL( 20 , 60 , 40 , 10 , 1 )
Lyn JBM Travelling time	(1+"Jalan Rungkut External Factor Impact on Travelling Time")*(((JBM Route Length/JBM Speed)*60)+JBM Layover Time)
JBM Route Length	25
JBM Speed	RANDOM NORMAL( 10 , 25 , 16.24 , 8 , 1 )
JBM Layover time	RANDOM NORMAL( 180 , 315 , 250 , 45 , 1 )
Jalan Rungkut External Factor Impact on Travelling Time	0.4*Jalan Rungkut Congestion
Jalan Rungkut Congestion	Jalan Rungkut Traffic Volume/Jalan Rungkut Traffic Capacity
Jalan Rungkut Traffic Volume	RANDOM NORMAL(14038, 17246 , 15642.5 , 930.47 , 1 )
Jalan Rungkut Traffic Capacity	8320

#### 4.4.4. *Stock Flows Diagram* Total Aksesibilitas



**Gambar 4.5 *Stock Flow Diagram* Total Accessibility**

Merupakan variabel akhir yang menggambarkan hasil total dari nilai aksesibilitas di Kota Surabaya. Pada Gambar 4.5 dapat dilihat variabel ini dipengaruhi oleh variabel variabel aksesibilitas jalan yang sudah dibuat pada sebelumnya. Dari ketiga aksesibilitas jalan yang diambil contoh tersebut maka diambil rata rata untuk mendapatkan nilai dari aksesibilitas Kota Surabaya. Formulasi aksesibilitas total dapat dilihat pada Tabel 4.8.

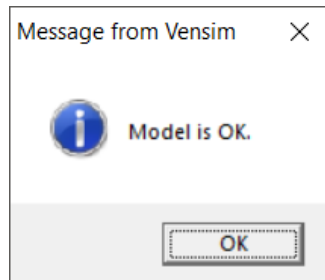
**Tabel 4.8 Formulasi Total Accessibility**

Variabel	Persamaan
Total Accessibility	$\frac{(\text{Jalan A.Yani Accesibility} + \text{Jalan Rungkut Accessibility} + \text{Jalan Wonokromo Accessibility})}{3}$



#### 4.5. Verifikasi Model

Verifikasi model bertujuan untuk memastikan bahwa implementasi model konseptual pada aplikasi Vensim PLE, tidak terdapat *error* atau *bug*, sehingga model yang dibuat dapat dilanjutkan untuk dijalankan simulasi. Model telah lolos tahap verifikasi apabila model sudah tidak terdapat *error* saat simulasi dijalankan dan dengan melakukan “*check model*” pada Vensim PLE dinyatakan “*Model is OK*” seperti dapat dilihat pada Gambar 4.6 Selain itu verifikasi juga dapat dilakukan dengan melakukan pengecekan dengan menampilkan grafik pada tiap variabel. Untuk beberapa variabel, grafiknya dapat dilihat pada sub-bab sebelumnya.



Gambar 4.6 Check Model pada Vensim PLE

#### 4.6. Validasi Model

Uji validasi merupakan sebuah pengujian untuk mengetahui apakah model konseptual simulasi telah benar merupakan representasi akurat dari sistem aktual yang dimodelkan. Validasi model pada penelitian ini menggunakan pengujian *mean comparison* dan *variance comparison*. Pengujian *mean comparison* adalah dengan membandingkan nilai rata-rata data simulasi dan aktual, sedangkan pengujian *variance comparison* adalah dengan membandingkan variansi data simulasi dan aktual. Beberapa variabel yang akan di validasi dengan data aktualnya adalah variabel *Load Factor* dari data asli dan data *Load Factor* pada data hasil simulasi pada tiap jalan yang digunakan sebagai contoh.

#### 4.6.1. Validasi Sub Model Aksesibilitas Jalan Wonokromo

Pada tabel dibawah dapat dilihat perbandingan antara data Load Factor asli dengan data hasil simulasi, dapat dilihat pada pula grafik perbandingan antara data asli dan simulasi pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9 Perbandingan Data Aksesibilitas Jalan Wonokromo**

<b>Periode</b>	<b>Load Factor Actual</b>	<b>Load Factor Simulasi</b>
November 2016	0,31707463	0,32226
Desember 2016	0,309280351	0,32924
Januari 2017	0,343464498	0,34015
Februari 2017	0,339526555	0,33533
Maret 2017	0,335800761	0,29969
April 2017	0,33227042	0,29267
Mei 2017	0,328920546	0,30508
Juni 2017	0,325737645	0,34996
Juli 2017	0,322709538	0,31472
Agustus 2017	0,3198252	0,30217
September 2017	0,365836973	0,31531
Oktober 2017	0,331358994	0,31929
November 2017	0,328053699	0,32833
Desember 2017	0,324912128	0,32787
Januari 2018	0,363213955	0,32833
Februari 2018	0,358372416	0,31938

**Tabel 4.10 Validasi Data Aksesibilitas Jalan Wonokromo**

<p><i>Mean Comparison</i></p> $E1 = \frac{ \bar{S} - \bar{A} }{\bar{A}}$ <p>(&lt; 5 %)</p>	$\frac{ 0,319883529 - 0,335304127 }{0,335304127}$ $= 0,04599 \times 100 \% = 4.59\%$	<b>Valid</b>
<p><i>Error Variance</i></p> $E2 = \frac{ \bar{Ss} - \bar{Sa} }{\bar{Sa}}$ <p>(&lt; 30 %)</p>	$\frac{ 0,015245088 - 0,016575457 }{0,016575457}$ $= 0,080261382 \times 100 \% = 8.02\%$	

#### 4.6.2. Validasi Sub Model Aksesibitas Jalan A.Yani

Dapat dilihat perbandingan antara data Load Factor asli dengan data hasil simulasi, dapat dilihat pada pula grafik perbandingan antara data asli dan simulasi pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Perbandingan Data Aksesibilitas Jalan A.Yani**

<b>Periode</b>	<b>Load Factor Actual</b>	<b>Load Factor Simulasi</b>
November 2016	0,31495866	0,30509
Desember 2016	0,304713273	0,31289
Januari 2017	0,339119081	0,33036
Februari 2017	0,321625954	0,31841
Maret 2017	0,318770452	0,29908
April 2017	0,316008356	0,32237
Mei 2017	0,313335157	0,31244
Juni 2017	0,310746632	0,3145

Periode	Load Factor Actual	Load Factor Simulasi
Juli 2017	0,30823882	0,30679
Agustus 2017	0,305808003	0,32153
September 2017	0,330117833	0,29719
Oktober 2017	0,326684925	0,30509
November 2017	0,343367749	0,3061
Desember 2017	0,340160549	0,31613
Januari 2018	0,330875826	0,30448
Februari 2018	0,327255523	0,31454

Tabel 4.12 Validasi Data Aksesibilitas Jalan A.Yani

<p><i>Mean Comparison</i></p> $E1 = \frac{ \bar{S} - \bar{A} }{\bar{A}}$ <p>(<math>&lt; 5\%</math>)</p>	$\frac{ 0,312394706 - 0,322090833 }{0,322090833}$ $= 0,030103704 \times 100\% = 3.01\%$	Valid
<p><i>Error Variance</i></p> $F2 = \frac{ Ss - Sa }{Sa}$ <p>(<math>&lt; 30\%</math>)</p>	$\frac{ 0,009159192 - 0,012054033 }{0,012054033}$ $= 0,240155402 \times 100\% = 24\%$	

#### 4.6.3. Validasi Sub Model Aksesibilitas Jalan Rungkut

Dapat dilihat perbandingan antara data Load Factor asli dengan data hasil simulasi, dapat dilihat pada pula grafik perbandingan antara data asli dan simulasi pada Tabel 4.13.

**Tabel 4.13 Perbandingan Data Aksesibilitas Jalan Rungkut**

Periode	Load Factor Actual	Load Factor Simulasi
November 2016	0,272333767	0,30316
Desember 2016	0,269812847	0,30023
Januari 2017	0,315659024	0,28502
Februari 2017	0,308739267	0,30603
Maret 2017	0,302347652	0,29704
April 2017	0,296425937	0,31949
Mei 2017	0,290924138	0,31215
Juni 2017	0,285799122	0,30656
Juli 2017	0,281013463	0,28351
Agustus 2017	0,276534536	0,30476
September 2017	0,252011868	0,31683
Oktober 2017	0,3076076	0,28943
November 2017	0,301632819	0,28748
Desember 2017	0,296072336	0,29777
Januari 2018	0,316913947	0,29357
Februari 2018	0,30929469	0,26306

**Tabel 4.14 Validasi Data Aksesibilitas Jalan Rungkut**

<p><i>Mean Comparison</i></p> $E1 = \frac{ \bar{S} - \bar{A} }{\bar{A}}$ <p>(&lt; 5 %)</p>	$\frac{ 0,29767 - 0,293260702 }{0,293260702}$ <p>= 0,015035421 x 100 % = <b>1.5%</b></p>	<b>Valid</b>
<p><i>Error Variance</i></p> $E2 = \frac{ \bar{Ss} - \bar{Sa} }{\bar{Sa}}$ <p>(&lt; 30 %)</p>	$\frac{ 0,01380095 - 0,018021216 }{0,018021216}$ <p>= 0,234183171 x 100 % = <b>23%</b></p>	

## **BAB V**

### **PENGEMBANGAN SKENARIO DAN ANALISIS HASIL**

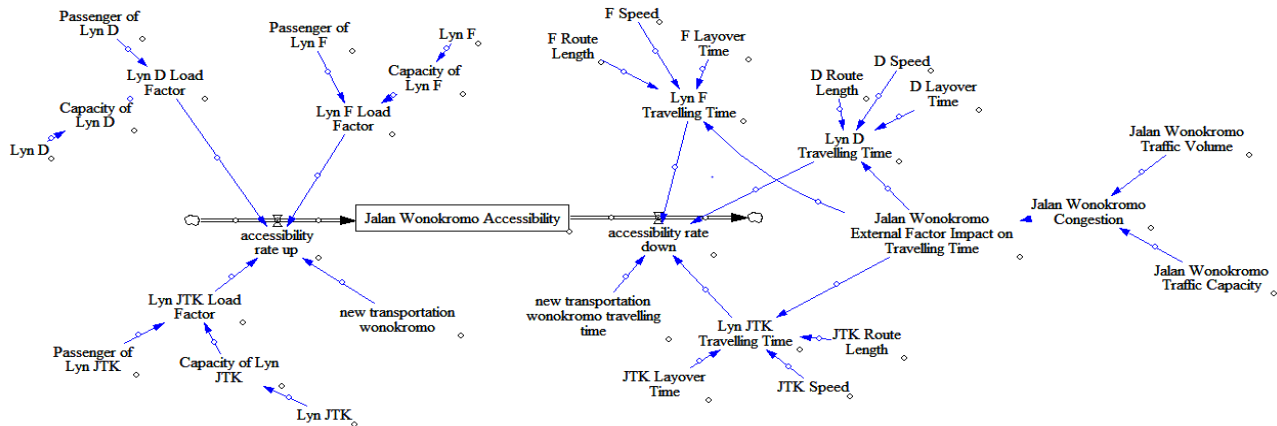
Pada bab ini akan dijelaskan tentang proses pembuatan skenario serta analisis terhadap hasil dari masing-masing skenario berdasarkan *base model* yang telah dibuat dan valid. Skenario dibuat untuk memenuhi tujuan dari penelitian yaitu meningkatkan aksesibilitas kendaraan umum.

#### **5.1. Pengembangan Skenario**

Skenario dikembangkan dan disimulasikan untuk memperbaiki atau meningkatkan kinerja sistem, dengan penerapan skenario akan dilihat beberapa kemungkinan yang dapat diramalkan terjadi dimasa yang akan datang. Dalam penelitian ini perbaikan atau dipeningkatan kinerja sistem berfokus pada peningkatan aksesibilitas melalui beberapa skenario yang akan dikembangkan. Dalam pengembangan skenario batasan waktu diperpanjang hingga 40 bulan yang pada mulanya *base model* hanya sampai pada bulan 16 bulan, lebih tepatnya skenario diperpanjang hingga dua puluh empat bulan dari data aslinya. Sehingga dapat dilihat keefektifan skenario yang dibuat dalam jangka waktu yang panjang. Ada dua jenis skenario yaitu skenario struktur dan skenario paramater, dimana skenario struktur adalah skenario yang dibuat dengan menambahkan variabel baru pada base model, dan skenario parameter yang dibuat dengan melakukan perubahan terhadap variabel-variabel yang sudah dibuat dengan melakukan perubahan nilai pada variabel tersebut untuk meningkatkan hasil dari simulasi yang dilakukan. Pada tahap ini skenario yang dikembangkan digunakan sekaligus dua tipe skenario yakni dengan skenario struktur sekaligus parameter.

### 5.1.1 Menambahkan Moda Transportasi baru pada tiap Jalan

Skenario ini akan berfokus pada tiap sub-model aksesibilitas jalan, dimana pada tiap jalan akan ditambahkan satu lagi jenis kendaraan umum.



**Gambar 5.1 Skenario 1 Penambahan Transportasi Baru pada Jalan Wonokromo**

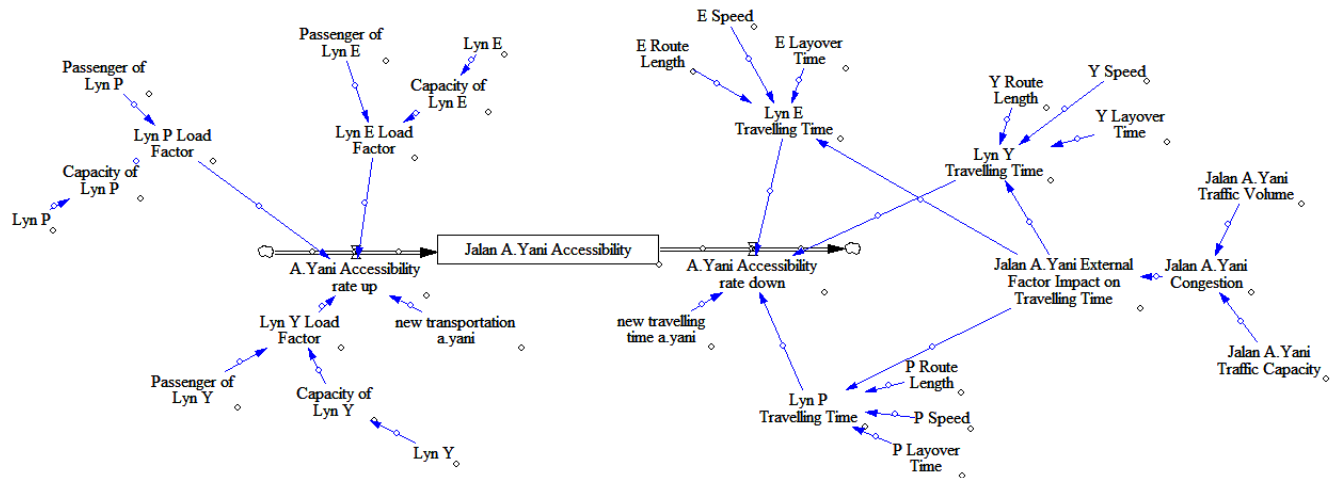
Penambahan transportasi umum baru pada tiap jalan akan menambah dampak kepada jumlah total kendaraan yang melewati tiap jalan tersebut sehingga diperlukan perubahan parameter untuk rate accesibility rate up dan accessibility rate down dimana ditambahkan variable baru yaitu New Transportation Wonokromo dimana variabel tersebut mempengaruhi Load Factor dari kendaraan umum yang sudah ada sebelumnya, dan penambahan variabel New Travelling Time Wonokromo yang merupakan waktu tempuh untuk kendaraan umum yang baru sehingga mempengaruhi waktu total tempuh kendaraan umum yang ada sebelumnya. Sehingga dengan adanya penambahan variabel pada tiap bagiannya maka diperlukan pula perubahan variabel pembagi yang digunakan.

**Tabel 5.1 Formulasi Skenario 1 Jalan Wonokromo**

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
New transportation Wonokromo	1
New Travelling time Wonokromo	1
Accessibility rate up	IF THEN ELSE(new transportation wonokromo = 1, ((Lyn D Load Factor + Lyn F Load Factor + Lyn JTK Load Factor+ (RANDOM NORMAL(0.3 , 1 , 0.6 , 0.1 , 1 )))/4) , (Lyn D Load Factor + Lyn F Load Factor + Lyn JTK Load Factor)/3 )
Accessibility rate down	IF THEN ELSE(new transportation wonokromo travelling time = 1, ((Lyn D Travelling Time+Lyn F Travelling Time+Lyn JTK Travelling Time + RANDOM NORMAL( 40 , 100 , 60 , 10 , 1 )))/4 , (Lyn D Travelling Time+Lyn F Travelling Time+Lyn JTK Travelling Time)/3 )



Lalu ditambahkan pula transportasi baru pada rute jalan A.Yani dengan menggunakan takaran dan rumus yang sama dengan penambahan transportasi baru pada jalan Wonokromo.



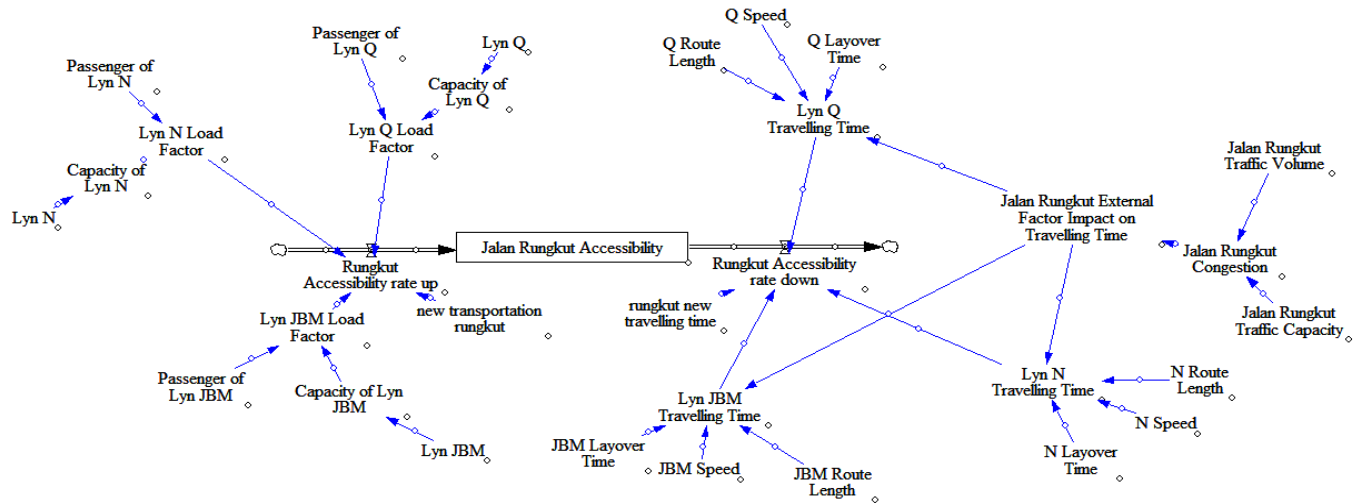
**Gambar 5.2 Skenario 1 Penambahan Transportasi Baru Jalan A.Yani**

Pada penambahan transportasi umum yang baru di Jalan A.Yani persamaan yang digunakan sama dengan pada jalan Wonokromo yaitu dengan menambahkan variabel *New Transportation* dan *New Travelling Time*. Lalu dengan adanya penambahan variabel akan mempengaruhi parameter rate lain yaitu Accessibility rate up dan Accessibility rate down, dikarenakan adanya penambahan variabel yang harus dilakukan penghitungan, sehingga diperlukan perubahan equation pada variabel Accessibility rate up dan Accessibility rate down.

**Tabel 5.2 Formulasi Skenario 1 Jalan A.Yani**

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
New transportation A.Yani	1
New Travelling time A.Yani	1
Accessibility rate up	IF THEN ELSE("new transportation a.yani" = 1, ((Lyn P Load Factor + Lyn E Load Factor + Lyn Y Load Factor + (RANDOM NORMAL(0.3 , 1 , 0.6 , 0.1 , 1 )))/4) , (Lyn P Load Factor + Lyn E Load Factor + Lyn Y Load Factor)/3 )
Accessibility rate down	IF THEN ELSE("new travelling time a.yani" = 1, ((Lyn E Travelling Time+Lyn P Travelling Time+Lyn Y Travelling Time + RANDOM NORMAL( 40 , 100 , 60 , 10 , 1 ))/4) , (Lyn E Travelling Time+Lyn P Travelling Time+Lyn Y Travelling Time)/3 )

Lalu ditambahkan pula transportasi baru pada rute jalan Rungkut dengan menggunakan takaran dan rumus yang sama dengan penambahan transportasi baru pada jalan Wonokromo dan jalan A.Yani sebelumnya.



Gambar 5.3 Skenario 1 Penambahan Transportasi Baru Jalan Rungkut

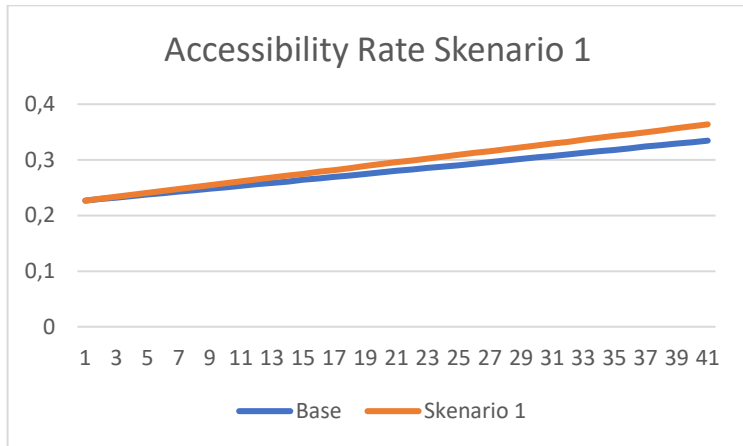
Pada penambahan transportasi umum yang baru di jalan Rungkut persamaan yang digunakan sama dengan pada jalan Wonokromo dan A.Yani yaitu dengan menambahkan variabel *New Transportation* dan *New Travelling Time*. Lalu dengan adanya penambahan variabel akan mempengaruhi parameter rate lain yaitu Accessibility rate up dan Accessibility rate down, dikarenakan adanya penambahan variabel yang harus dilakukan penghitungan, sehingga diperlukan perubahan equation pada variabel *Accessibility rate up* dan *Accessibility rate down*.

**Tabel 5.3 Formulasi Skenario 1 Jalan Rungkut**

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
New transportation Rungkut	1
New Travelling time Rungkut	1
Accessibility rate up	IF THEN ELSE(new transportation rungkut = 1, ((Lyn JBM Load Factor+Lyn Q Load Factor+Lyn N Load Factor + (RANDOM NORMAL(0.3 , 1 , 0.6 , 0.1 , 1 )))/4) , (Lyn JBM Load Factor+Lyn Q Load Factor+Lyn N Load Factor)/3 )
Accessibility rate down	IF THEN ELSE(rungkut new travelling time = 1, ((Lyn JBM Travelling Time+Lyn N Travelling Time+Lyn Q Travelling Time + RANDOM NORMAL( 40 , 100 , 60 , 10 , 1 ))/4) , (Lyn JBM Travelling Time+Lyn N Travelling Time+Lyn Q Travelling Time)/3 )

Bagian selanjutnya akan ditampilkan hasil simulasi dari skenario pada Gambar 5.4 penerapan penambahan moda transportasi umum terbaru. Apabila nilai *Total Accessibility* skenario 1 dibandingkan dengan nilai pada *base model*, didapatkan hasil yaitu pada dengan nilai aksesibilitas pada

skenario 1 dapat dinaikkan sebesar 0,02922 daripada nilai aksesibilitas pada *base model*.



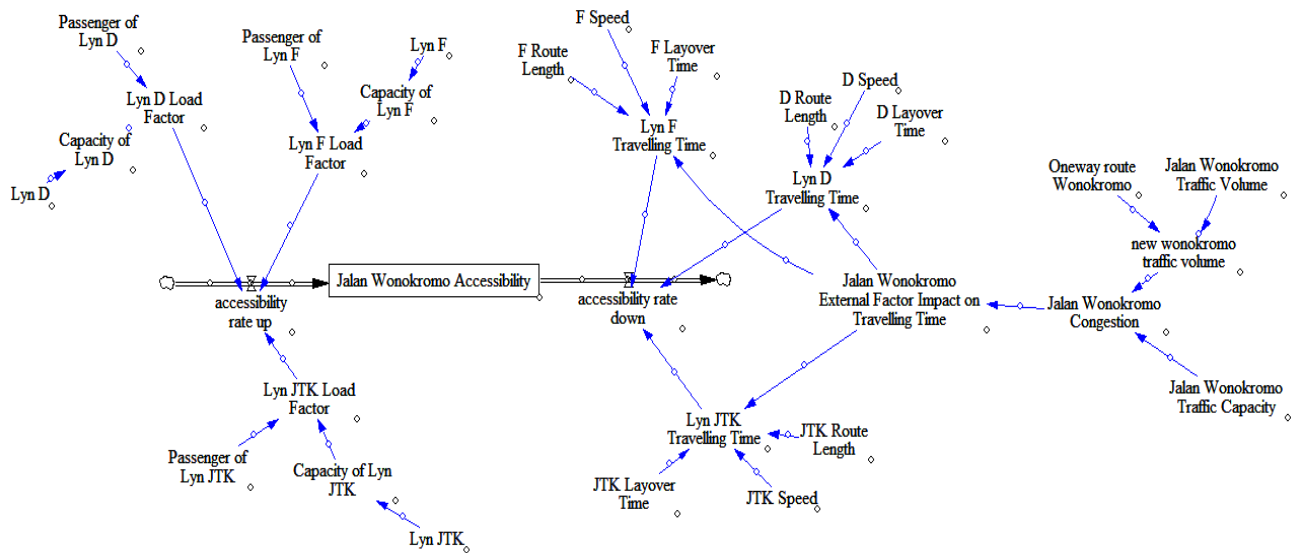
**Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Skenario 1**

#### 5.1.2 Skenario Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas

Skenario selanjutnya adalah mengimplementasikan manipulasi kendaraan pada jalan yang dilakukan oleh kepolisian dari pemerintah Indonesia, yang mengedepankan pemeliharaan keamanan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas yang disebut Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas yang tertulis pada UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan[26].

Dengan adanya skenario yang dilakukan adalah penggunaan *One-way flow* yaitu menutup jalur lawan arah dalam beberapa waktu untuk meminimalisir lonjakan kendaraan.

Dari gambar dibawah terlihat ditambahkan variabel One Way Flow untuk meminimalisir terjadinya kemacetan, yaitu dengan membuat jalur yang digunakan sebagai one-way flow. Dikarenakan setiap ruas jalan yang menjadi skenario penelitian adalah 2 jalur per-flow. Berikut penjelasan melalui tabel mengenai variabel tersebut.



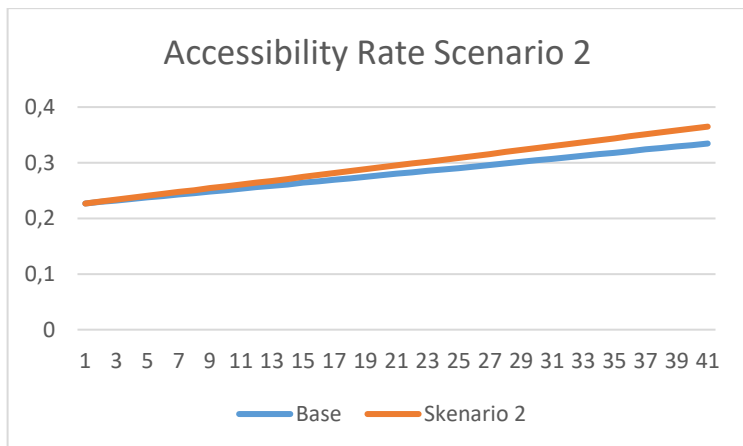
**Gambar 5.5 Skenario 2 Oneway Route Jalan Wonokromo**

Pada Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa telah ditambahkan variabel *oneway route* Wonokromo dimana variabel tersebut menggambarkan adanya peraturan baru yaitu jalan satu arah pada jalan Wonokromo. Lalu ditambahkan pula variabel baru yaitu *new wonokromo traffic volume* yang merupakan volume kendaraan baru yang dihasilkan oleh peraturan jalan satu arah yang diterapkan.

**Tabel 5.4 Formulasi Skenario 2**

Variabel	Persamaan
One – Way Flow	1
New Traffic Volume	IF THEN ELSE(Oneway route Wonokromo=1, Jalan Wonokromo Traffic Volume/2 , Jalan Wonokromo Traffic Volume )
Congestion	new wonokromo traffic volume/Jalan Wonokromo Traffic Capacity

Bagian selanjutnya akan ditampilkan hasil simulasi dari skenario kedua penerapan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas pada Gambar 5.6.



**Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Skenario 2**

Apabila dibandingkan dengan rata-rata pada *base model* yaitu, nilai rata-ratanya dapat naik sebesar 0,030358.

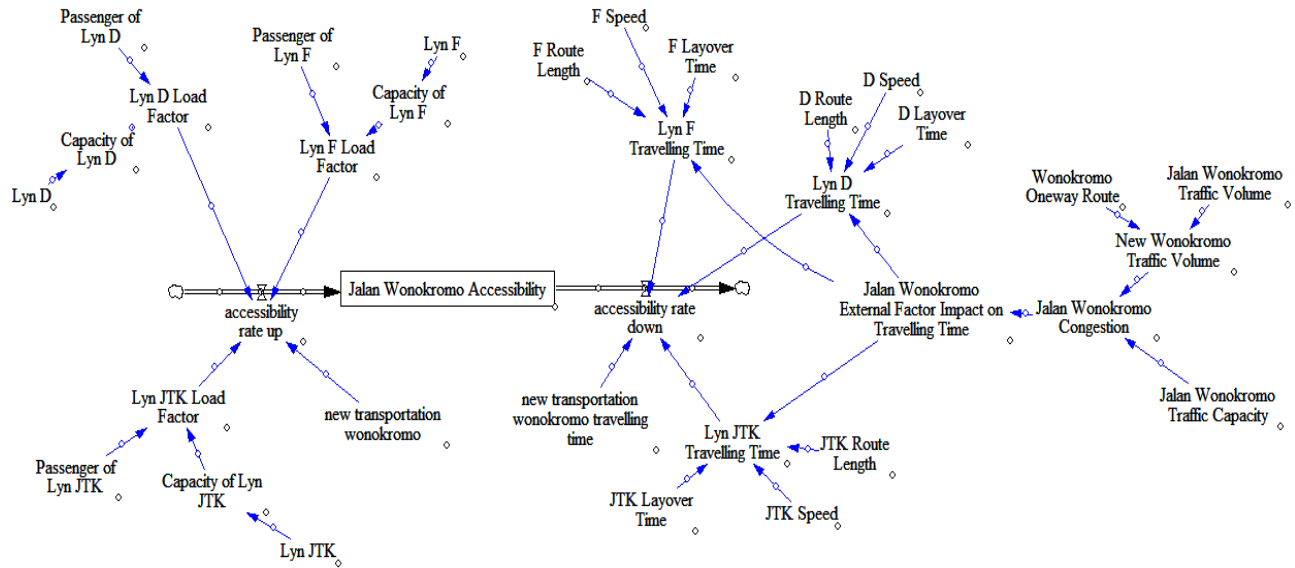
### 5.1.3 Skenario Gabungan Penambahan Rute Perjalanan baru dan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas.

Skenario ini merupakan penerapan skenario gabungan antara dua skenario yang telah dipaparkan pada bagian sebelumnya, yakni skenario pertama dengan menambahkan transportasi umum dengan rute dan perjalanan yang baru dan skenario kedua dengan menerapkan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas yaitu peraturan *oneway route* atau membuat ruas jalan yang di teliti menjadi jalan satu arah.

Dengan dilakukan penggabungan skenario ini diharapkan dapat meningkatkan nilai aksesibilitas pada tiap ruas jalan di kota Surabaya, lalu dengan adanya penggabungan skenario ini dapat dilakukan perbandingan keefektifan skenario ini apabila dibandingkan dengan skenario lain.

Skenario ketiga ini hanya akan menggabungkan formulasi pada skenario pertama dan skenario kedua, yaitu dengan menambahkan struktur *new transportation* dan *new travelling time* pada tiap ruas jalan yang ada, dan dengan menambahkan variabel *oneway route* pada tiap ruas jalan yang ada jadi untuk model dan formulasi skenario akan sama dengan dua skenario sebelumnya yakni dilakukan skenario struktur dengan menambahkan struktur baru pada model yang sudah ada dan lalu skenario parameter dengan merubah parameter untuk tiap *equation* pada struktur yang berubah dan pada variabel yang dipengaruhi oleh struktur yang diubah, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pad





Gambar 5.7 Skenario 3 Jalan Wonokromo

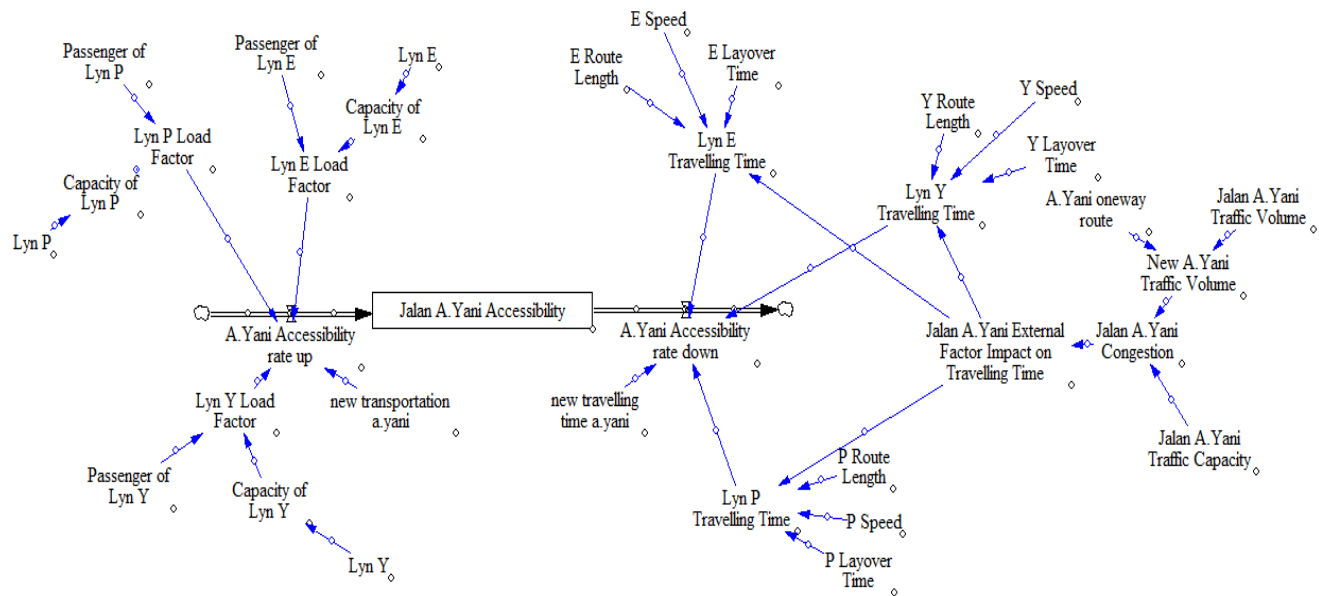
Pada Gambar 5.7 diatas dapat dilihat bahwa dilakukan penambahan variabel *new transportation* dan variabel *new travelling time* pada skenario jalan wonokromo dan ditambahkan pula variabel *oneway route* dan *new traffic volume* pada skenario tersebut. Dimana keempat variabel tersebut merupakan variabel yang sudah ada dan diambil dari skenario yang telah dibuat sebelumnya.

**Tabel 5.5 Formulasi Skenario 3 Jalan Wonokromo**

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
New transportation Wonokromo	1
New Travelling time Wonokromo	1
Accessibility rate up	IF THEN ELSE(new transportation runkut = 1, ((Lyn JBM Load Factor+Lyn Q Load Factor+Lyn N Load Factor + (RANDOM NORMAL(0.3 , 1 , 0.6 , 0.1 , 1 )))/4) , (Lyn JBM Load Factor+Lyn Q Load Factor+Lyn N Load Factor)/3 )
Accessibility rate down	IF THEN ELSE(rungkut new travelling time = 1, ((Lyn JBM Travelling Time+Lyn N Travelling Time+Lyn Q Travelling Time + RANDOM NORMAL( 40 , 100 , 60 , 10 , 1 ))/4) , (Lyn JBM Travelling Time+Lyn N Travelling Time+Lyn Q Travelling Time)/3 )
One – Way Flow	1
New Traffic Volume	IF THEN ELSE(Oneway route Wonokromo=1, Jalan Wonokromo Traffic Volume/2 , Jalan Wonokromo Traffic Volume )
Congestion	new wonokromo traffic volume/Jalan Wonokromo Traffic Capacity

Pada Tabel 5.5 dijelaskan rumus dari tiap variabel baru dan rumus pada variabel lama yang dilakukan perubahan, dimana variabel *Accessibility rate up* terpengaruhi oleh variabel *new transportation* sehingga terdapat perubahan rumus dengan menambahkan transportasi baru sebagai bagian dari *equation*. Lalu untuk variabel *Accessibility rate down* dipengaruhi oleh variabel baru pula yaitu *new travelling time* sehingga terjadi perubahan pada *equation* yang dibuat. Lalu terdapat variabel baru yaitu *oneway route* yang mempengaruhi variabel *traffic volume* dengan mengubah nilai volume kendaraan umum yang melewati ruas jalan tersebut sehingga dibuat variabel baru yaitu *new traffic volume* untuk menghitung jumlah kendaraan umum yang melewati ruas jalan tersebut.

Selanjutnya akan dilakukan pembuatan skenario yang sama pada kedua ruas jalan yang lain untuk mendapatkan hasil keseluruhan dari skenario ini, pada skenario untuk tiap ruas jalan nantinya akan memiliki penambahan variabel yang sama untuk tiap variabel dan variabel yang terpengaruh dengan variabel baru yang telah dibuat. Berikut merupakan gambaran skenario untuk ruas jalan A.Yani yang dapat dilihat pada gambar berikut



**Gambar 5.8 Skenario 3 Jalan A.Yani**

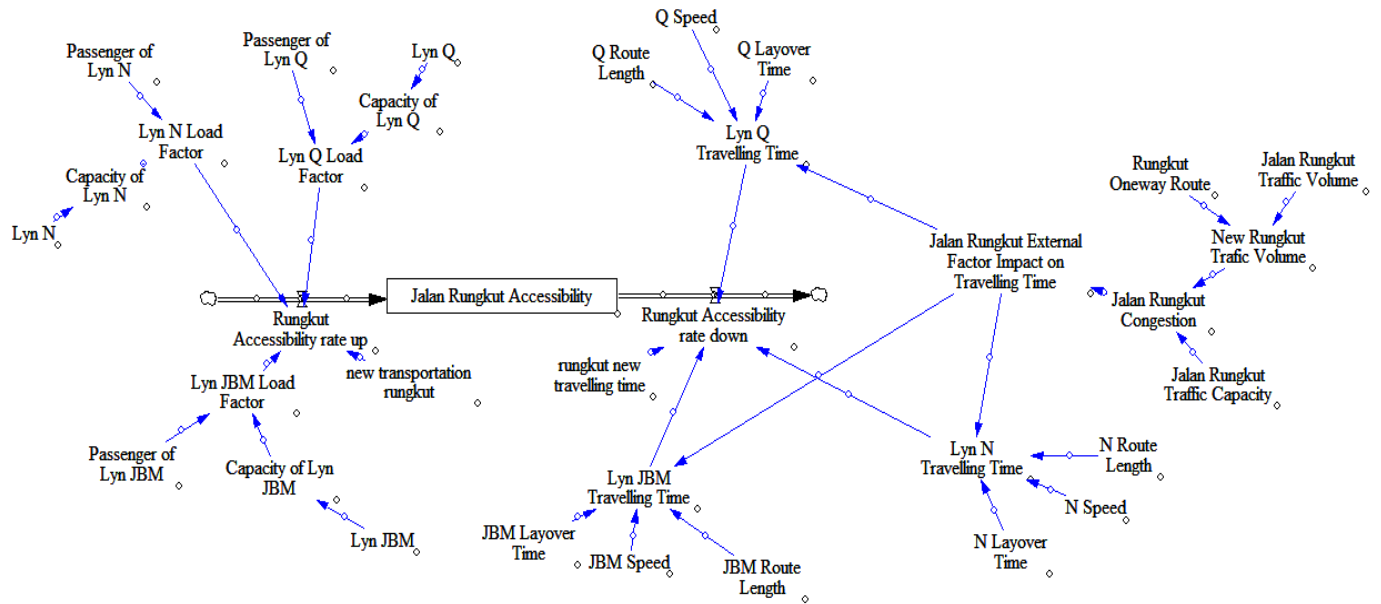
Pada Gambar 5.8 diatas dapat dilihat bahwa dilakukan penambahan variabel *new transportation* dan variabel *new travelling time* pada skenario jalan A.Yani dan ditambahkan pula variabel *oneway route* dan *new traffic volume* pada skenario tersebut. Dimana keempat variabel tersebut merupakan variabel yang sudah ada dan diambil dari skenario yang telah dibuat sebelumnya.

**Tabel 5.6 Formulasi Skenario 3 Jalan A.Yani**

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
New transportation A.Yani	1
New Travelling A.Yani	1
Accessibility rate up	IF THEN ELSE("new transportation a.yani" = 1, ((Lyn P Load Factor + Lyn E Load Factor + Lyn Y Load Factor + (RANDOM NORMAL(0.3 , 1 , 0.6 , 0.1 , 1 )))/4) , (Lyn P Load Factor + Lyn E Load Factor + Lyn Y Load Factor)/3 )
Accessibility rate down	IF THEN ELSE("new travelling time a.yani" = 1, ((Lyn E Travelling Time+Lyn P Travelling Time+Lyn Y Travelling Time + RANDOM NORMAL( 40 , 100 , 60 , 10 , 1 ))/4) , (Lyn E Travelling Time+Lyn P Travelling Time+Lyn Y Travelling Time)/3 )
One – Way Flow	1
New Traffic Volume	IF THEN ELSE("A.Yani oneway route"=1 , "Jalan A.Yani Traffic Volume"/2 , "Jalan A.Yani Traffic Volume" )
Congestion	"New A.Yani Traffic Volume"/"Jalan A.Yani Traffic Capacity"

Pada Tabel 5.6 dijelaskan rumus dari tiap variabel baru dan rumus pada variabel lama yang dilakukan perubahan, dimana variabel *Accessibility rate up* terpengaruhi oleh variabel *new transportation* sehingga terdapat perubahan rumus dengan menambahkan transportasi baru sebagai bagian dari *equation*. Lalu untuk variabel *Accessibility rate down* dipengaruhi oleh variabel baru pula yaitu *new travelling time* sehingga terjadi perubahan pada *equation* yang dibuat. Lalu terdapat variabel baru yaitu *oneway route* yang mempengaruhi variabel *traffic volume* dengan mengubah nilai volume kendaraan umum yang melewati ruas jalan tersebut sehingga dibuat variabel baru yaitu *new traffic volume* untuk menghitung jumlah kendaraan umum yang melewati ruas jalan tersebut.

Selanjutnya akan dilakukan pembuatan skenario yang sama pada kedua ruas jalan yang lain untuk mendapatkan hasil keseluruhan dari skenario ini, pada skenario untuk tiap ruas jalan nantinya akan memiliki penambahan variabel yang sama untuk tiap variabel dan variabel yang terpengaruh dengan variabel baru yang telah dibuat. Berikut merupakan gambaran skenario untuk ruas jalan Rungkut yang dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 5.9 Skenario 3 Jalan Rungkut

Pada Gambar 5.9 diatas dapat dilihat bahwa dilakukan penambahan variabel *new transportation* dan variabel *new travelling time* pada skenario jalan Rungkut dan ditambahkan pula variabel *oneway route* dan *new traffic volume* pada skenario tersebut. Dimana keempat variabel tersebut merupakan variabel yang sudah ada dan diambil dari skenario yang telah dibuat sebelumnya.

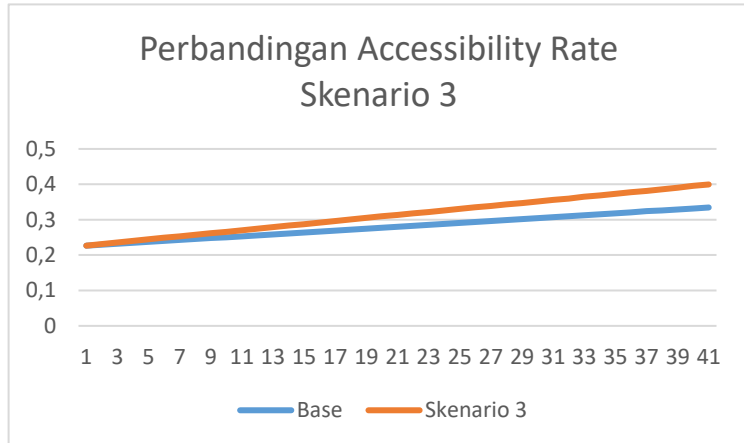
**Tabel 5.7 Formulasi Skenario 3 Jalan Rungkut**

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
New transportation Rungkut	1
New Travelling Rungkut	1
Accessibility rate up	IF THEN ELSE(new transportation rungkut = 1, ((Lyn JBM Load Factor+Lyn Q Load Factor+Lyn N Load Factor + (RANDOM NORMAL(0.3 , 1 , 0.6 , 0.1 , 1 )))/4) , (Lyn JBM Load Factor+Lyn Q Load Factor+Lyn N Load Factor)/3 )
Accessibility rate down	IF THEN ELSE(rungkut new travelling time = 1, ((Lyn JBM Travelling Time+Lyn N Travelling Time+Lyn Q Travelling Time + RANDOM NORMAL( 40 , 100 , 60 , 10 , 1 ))/4) , (Lyn JBM Travelling Time+Lyn N Travelling Time+Lyn Q Travelling Time)/3 )
One – Way Flow	1
New Traffic Volume	IF THEN ELSE(Rungkut Oneway Route=1, Jalan Rungkut Traffic Volume/2 , Jalan Rungkut Traffic Volume)
Congestion	New Rungkut Trafic Volume/Jalan Rungkut Traffic Capacity



Pada Tabel 5.7 dijelaskan rumus dari tiap variabel baru dan rumus pada variabel lama yang dilakukan perubahan, dimana variabel *Accessibility rate up* terpengaruhi oleh variabel *new transportation* sehingga terdapat perubahan rumus dengan menambahkan transportasi baru sebagai bagian dari *equation*. Lalu untuk variabel *Accessibility rate down* dipengaruhi oleh variabel baru pula yaitu *new travelling time* sehingga terjadi perubahan pada *equation* yang dibuat. Lalu terdapat variabel baru yaitu *oneway route* yang mempengaruhi variabel *traffic volume* dengan mengubah nilai volume kendaraan umum yang melewati ruas jalan tersebut sehingga dibuat variabel baru yaitu *new traffic volume* untuk menghitung jumlah kendaraan umum yang melewati ruas jalan tersebut.

Bagian selanjutnya akan ditampilkan hasil simulasi dari skenario ketiga yaitu skenario yang menggabungkan antara skenario pertama dan kedua, dapat dilihat pada gambar



**Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Skenario 3**

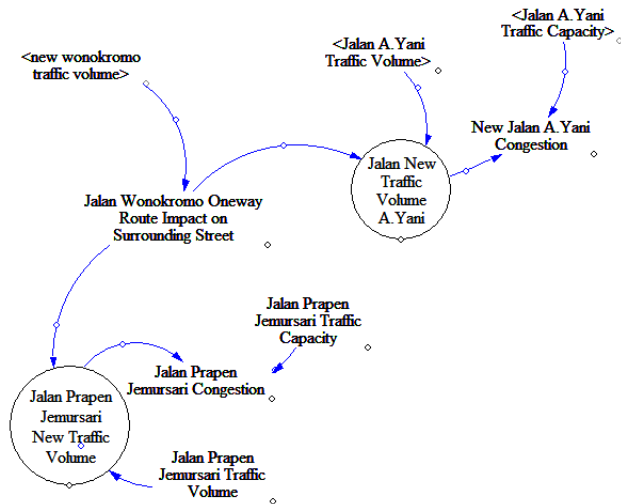
Dari hasil yang didapatkan nilai aksesibilitas dapat dinaikan secara signifikan, dengan nilai rata-rata aksesibilitas sebesar

0,327655715. Apabila dibandingkan dengan rata-rata aksesibilitas pada base model selama masa waktu 40 bulan dengan nilai 0,249058687.

#### 5.1.4 Skenario Dampak Penggunaan kebijakan Oneway Route pada Jalan Wonokromo

Skenario ini dibuat untuk melihat dampak yang diberikan oleh penggunaan *Oneway Route* yang dilakukan kepada jalan di sekitar jalan Wonokromo, pada skenario ini akan dibuat beberapa parameter untuk menilai dampak dari kebijakan *Oneway Route*. Pada skenario ini akan dibuat pengaruh kepada dua jalan di sekitar jalan Wonokromo yaitu jalan A.Yani dan jalan Jemursari, dimana terdapat persimpangan jalan yang menghubungkan ketiga jalan tersebut.

Skenario ini menggunakan dua jenis skenario yaitu skenario struktur dan skenario parameter. Dimana skenario struktur yang digunakan adalah melakukan penambahan variabel *Jalan Wonokromo Oneway Route Impact on Surrounding Street* dan penambahan variabel *New Traffic Volume* dari tiap jalan yang terkena dampak dari kebijakan *Oneway Route* jalan Wonokromo. Skenario parameter yang digunakan merupakan pergantian parameter perpindahan jumlah pengguna kendaraan ke jalan lain yang dilakukan tiga kali yaitu parameter *fifty-fifty*, parameter *sixty-fourty*, dan parameter *seventy-thirty*. Setelah itu akan dilakukan perbandingan tingkat aksesibilitas yang dihasilkan oleh ruas jalan yang terkena dampak dari kebijakan *Oneway Route*.



**Gambar 5.11 Skenario 4 Dampak Penerapan Oneway Route**

Gambar diatas merupakan sub model yang dibuat untuk menghitung dampak dari penggunaan *Oneway Route* pada jalan Wonokromo. Pada model tersebut dijelaskan bahwa traffic yang mempengaruhi jalan wonokromo akan berpindah ke dua jalan yang berhubungan langsung dengan jalan Wonokromo yaitu jala A.Yani dan jalan Prapen Jemursari, lalu jumlah kendaraan yang melakukan perpindahan dari kedua jalan tersebut akan dihitung kembali dan ditambahkan pada kedua jalan yang berhubungan langsung tersebut sehingga didapatkan nilai baru untuk tingkat kemacetan yang ada pada kedua jalan tersebut. Model tersebut akan di run dengan tiga parameter berbeda yaitu parameter yang mempengaruhi volume kendaraan ke jalan A.Yani dan parameter yang mempengaruhi volume kendaraan ke jalan Prapen Jemursari dimana volume kendaraan yang tidak bisa melewati jalan Wonokromo akibat kebijakan Oneway Route akan berpindah antara melalui jalan A.Yani atau jalan Prapen Jemursari.

Tabel 5.8 Formulasi Skenario 4

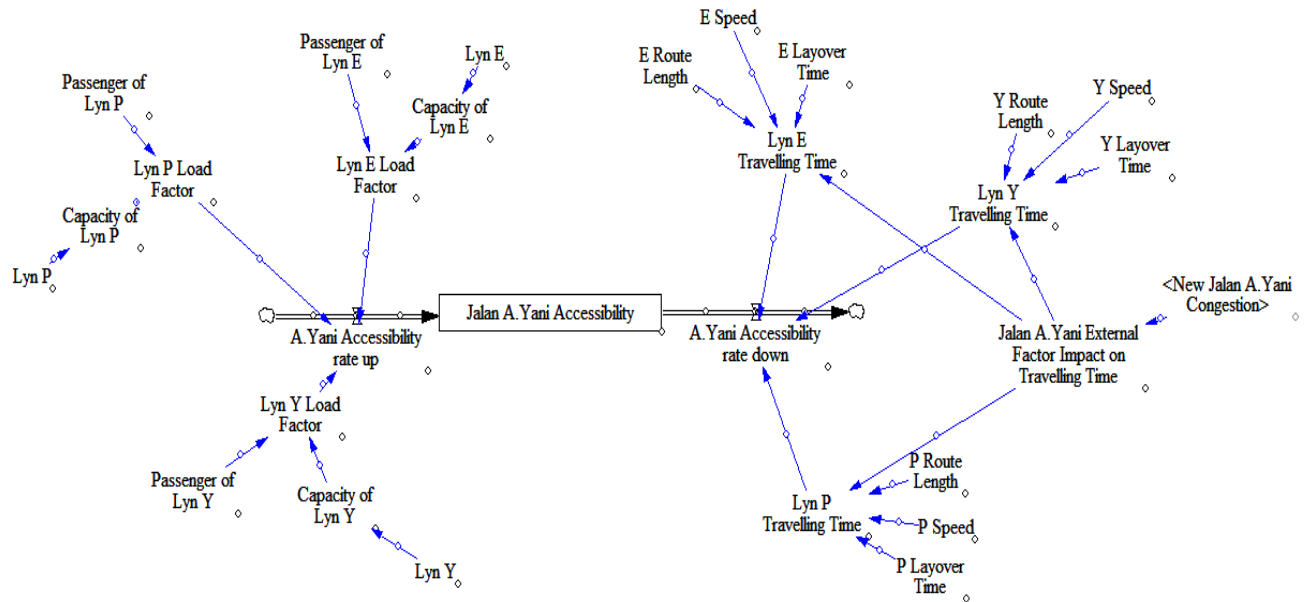
Variabel	Persamaan
Jalan Wonokromo Oneway Route Impact on Surrounding Street	new wonokromo traffic volume
New Traffic Volume A.Yani	("Jalan A.Yani Traffic Volume")+ (X *Jalan Wonokromo Oneway Route Impact on Surrounding Street)
Jalan Prapen Jemursari New Traffic Volume	Jalan Prapen Jemursari Traffic Volume + (Y*Jalan Wonokromo Oneway Route Impact on Surrounding Street)

Pada perhitungan skenario diatas nilai X dan Y akan diubah untuk tiap parameter. Perbandingan volume dapat dilihat secara lebih jelas pada Tabel 5.9

Tabel 5.9 Perbandingan antar Parameter

Parameter	Persentasi Jalan A.Yani	Persentase Jalan Prapen Jemursari
Parameter 1	50%	50%
Parameter 2	60%	40%
Parameter 3	70%	30%

Lalu pada model aksesibilitas jalan A.Yani digunakan nilai volume yang baru saja didapatkan untuk melakukan penghitungan aksesibilitas baru untuk jalan A.Yani, sehingga didapatkan nilai efek dampak yang diberikan dengan meberlakukan peraturan peraturan *oneway route* pada jalan lain dengan melakukan penghitungan nilai aksesibilitas baru kepada jalan yang terkena pengaruh secara langsung terhadap peraturan baru yang diberlakukan, gambaran skenario baru dapat dilihat pada gambar



Gambar 5.12 Skenario 4 Dampak Penerapan Oneway Route pada Jalan A.Yani

Pada Gambar 5.12 dapat dilihat bahwa variabel yang berpengaruh terhadap External Impact yang mempengaruhi travelling time adalah variabel new congestion yang telah dilakukan penghitungan pada sub-model dampak skenario.

Sehingga dengan menggunakan model skenario yang baru didapatkan hasil seperti yang dapat dilihat pada tabel 5.10

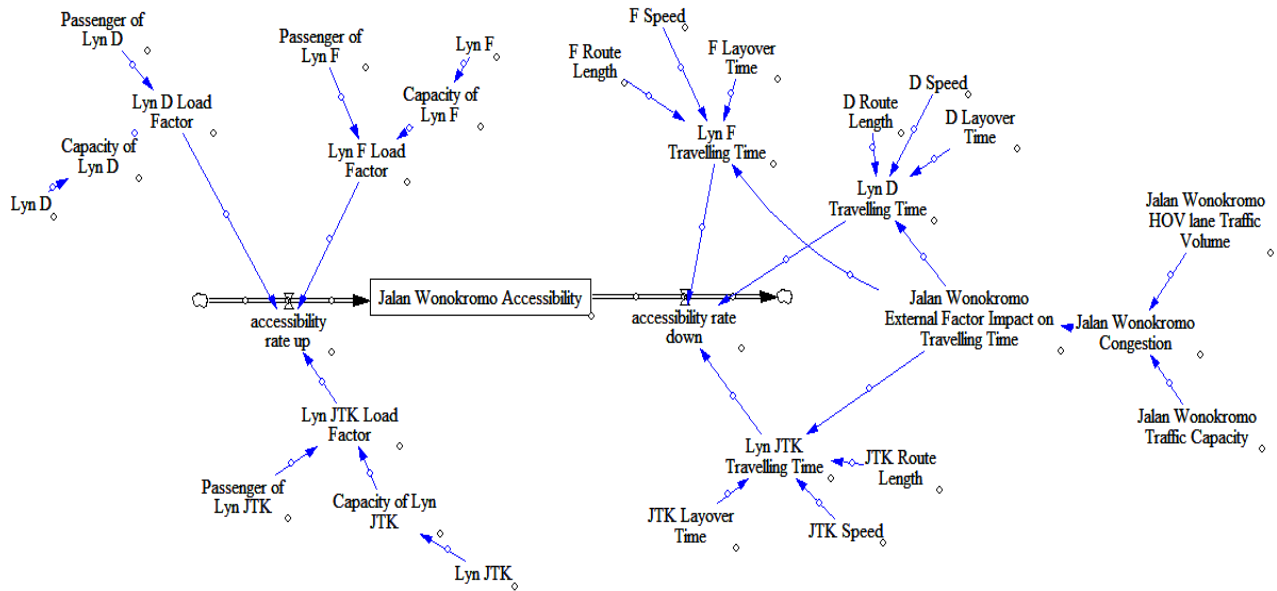
**Tabel 5.10 Rata-Rata Aksesibilitas pada tiap Parameter**

<b>No.</b>	<b>Skenario</b>	<b>Rata-rata</b>
1	Base Model	0,267124878
2	Parameter 1	0,24197
3	Parameter 2	0,241114878
4	Parameter 3	0,240293659

Apabila dilihat dari rata-rata aksesibilitas dari tiap parameter yang dibuat, perbandingan penurunan tingkat aksesibilitas dari tiap parameter tidak begitu signifikan, akan tetapi tetap terjadi pengurangan aksesibilitas yang cukup tinggi apabila dibandingkan dengan base model.

#### 5.1.5 Skenario High Occupancy Vehicle (HOV) Lane.

*High Occupancy Vehicle (HOV)* lane merupakan sebuah peraturan yang sudah diterapkan pada kota di Amerika dan Canada, dimana peraturan HOV adalah hanya kendaraan yang memiliki jumlah penumpang lebih dari 2 yang dapat melewati jalan tersebut, sehingga dengan adanya peraturan tersebut dapat mengurangi volume kendaraan yang melewati sebuah ruas jalan. Skenario ini akan berfokus pada setiap ruas jalan yang dijadikan sebagai objek pengukuran aksesibilitas dimana HOV akan mempengaruhi jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan. Sehingga mempengaruhi aspek waktu perjalanan kendaraan umum karena variabel yang terpengaruhi adalah variabel kemacetan.



**Gambar 5.13 Skenario 5 HOV lane Jalan Wonokromo**

Pada Gambar 5.13 diperlihatkan penambahan variabel yaitu variabel *Jalan Wonokromo HOV traffic lane* pada model yang telah dibuat, menggantikan variabel lama yaitu variabel *traffic volume*. Sehingga terdapat perubahan pada variabel *Jalan Wonokromo Congestion* seperti dapat dilihat pada tabel

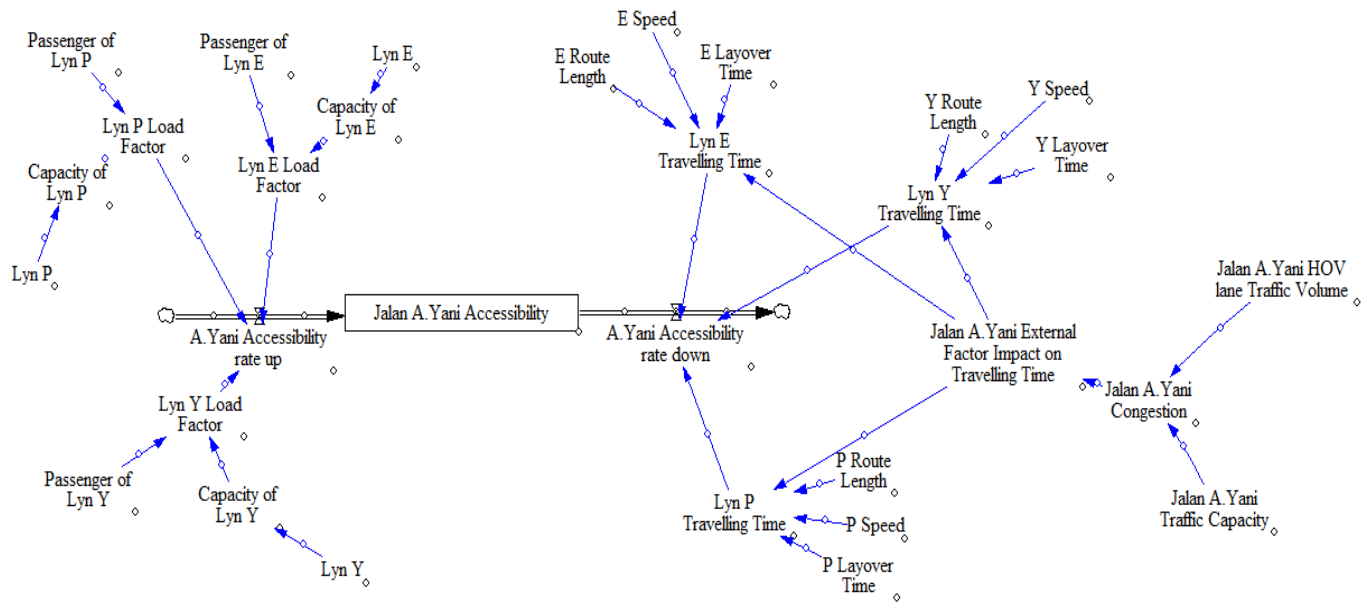
**Tabel 5.11 Formulasi Skenario 5 Jalan Wonokromo**

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
Jalan Wonokromo HOV lane Traffic Volume	RANDOM UNIFORM(400, 600 , 1 )
Jalan Wonokromo Congestion	Jalan Wonokromo HOV lane Traffic Volume/Jalan Wonokromo Traffic Capacity

Pada Tabel 5.11 dapat dilihat bahwa variabel baru yaitu HOV lane Traffic Volume mempengaruhi variabel Congestion dimana terdapat perubahan yang dibuat pada variabel Congestion untuk menyesuaikan dengan kondisi baru pada perumusan skenario ini.

Setelah itu, dilakukan pembuatan skenario dengan model yang sama dan variabel tambahan yang sama pada dua ruas jalan lainnya yaitu ruas jalan A.Yani dan ruas jalan Rungkut, untuk mendapatkan model keseluruhan dari skenario ini sehingga dapat dihitung total aksesibilitas dari skenario ini. Model skenario untuk ruas jalan A.Yani dapat dilihat pada gambar. Dimana pada gambar tersebut dilakukan penambahan variabel variabel Jalan A.Yani HOV traffic lane pada model yang telah dibuat, menggantikan variabel lama yaitu variabel traffic volume. Sehingga terdapat perubahan pada variabel Jalan A.Yani Congestion.





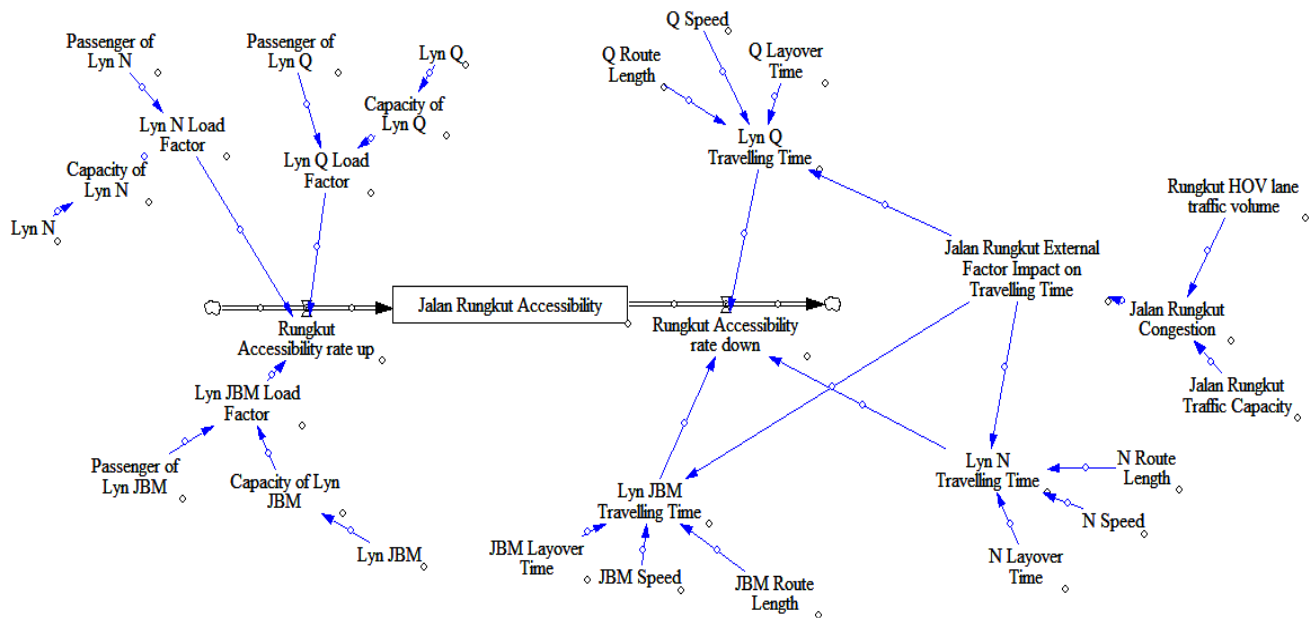
**Gambar 5.14 Skenario 5 HOV lane Jalan A.Yani**

**Tabel 5.12 Formulasi Skenario 5 Jalan A.Yani**

<b>Variabel</b>	<b>Persamaan</b>
Jalan A.Yani HOV lane Traffic Volume	RANDOM UNIFORM(400, 600 , 1 )
Jalan A.Yani Congestion	Jalan A.Yani HOV lane Traffic Volume/Jalan A.Yani Traffic Capacity

Dari skenario pada jalan A.Yani diatas dilakukan formulasi seperti pada Tabel 5.12. Dimana variabel baru yaitu HOV lane Traffic Volume mempengaruhi variabel Congestion dimana terdapat perubahan yang dibuat pada variabel Congestion untuk menyesuaikan dengan kondisi baru pada perumusan skenario ini.

Setelah itu, dilakukan pembuatan skenario dengan model yang sama dan variabel tambahan yang sama pada dua ruas jalan lainnya yaitu ruas jalan Rungkut, untuk mendapatkan model keseluruhan dari skenario ini sehingga dapat dihitung total aksesibilitas dari skenario ini. Model skenario untuk ruas jalan Rungkut dapat dilihat pada gambar. Dimana pada gambar tersebut dilakukan penambahan variabel variabel Jalan Rungkut HOV traffic lane pada model yang telah dibuat, menggantikan variabel lama yaitu variabel traffic volume. Sehingga terdapat perubahan pada variabel Jalan Rungkut Congestion.

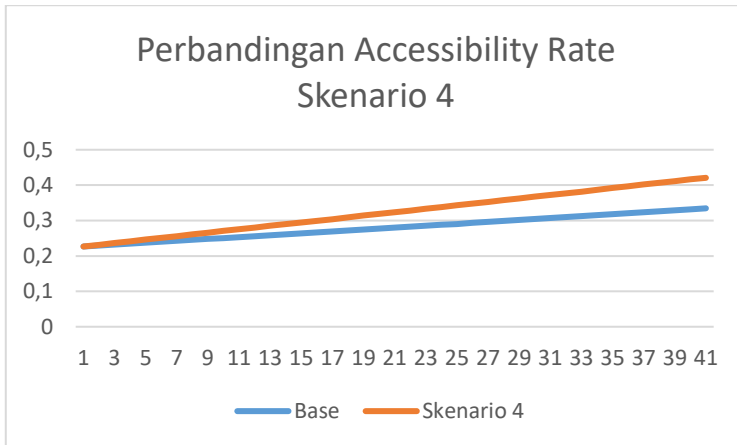


**Gambar 5.15 Skenario 5 HOV lane Jalan Rungkut**

**Tabel 5.13 Formulasi Skenario 5 Jalan Rungkut**

Variabel	Persamaan
Jalan Rungkut HOV lane Traffic Volume	RANDOM UNIFORM(400, 600 , 1 )
Jalan Rungkut Congestion	Jalan Rungkut HOV lane Traffic Volume/Jalan Rungkut Traffic Capacity

Dari skenario pada jalan Rungkut diatas dilakukan formulasi seperti pada Tabel 5.13. Dimana variabel baru yaitu HOV lane Traffic Volume mempengaruhi variabel Congestion.

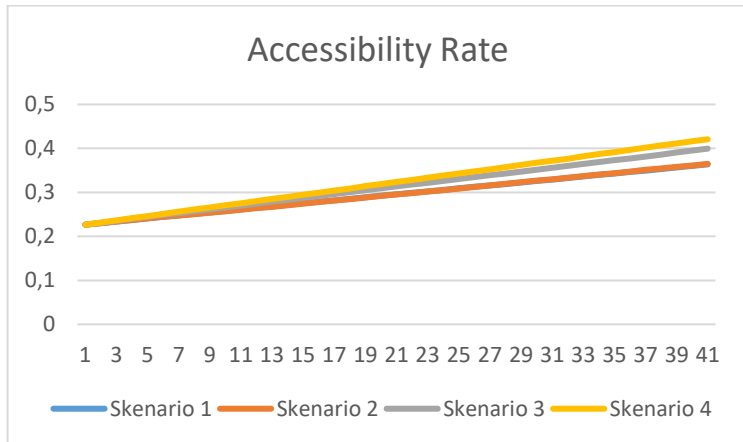
**Gambar 5.16 Grafik Perbandingan Skenario 4**

Pada Gambar 5.16 ditunjukan hasil dari simulasi menggunakan skenario *High Occupancy Vehicle Lane* menunjukkan nilai aksesibilitas meningkat secara cukup signifikan dengan nilai aksesibilitas tertinggi adalah 0,4207, meningkat sebesar 0,086194 dari nilai tertinggi yang ada pada base model. Apabila dibandingkan antara rata-rata skenario High Occupancy Vehicle Lane dengan nilai 0,32377, dengan rata-rata base

model dengan nilai 0,25732 terdapat peningkatan yang cukup signifikan yaitu sebesar 0,06645.

## 5.2 Analisis Hasil

Pada bagian ini akan dilakukan analisis secara menyeluruh dari masing-masing hasil skenario penambahan jalur baru, manajemen dan rekayasa lalu lintas, dan skenario gabungan. Tujuan dari dilakukan analisis hasil adalah untuk mendapatkan hasil skenario mana yang paling optimal dari beberapa skenario yang telah dibuat.



**Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Seluruh Skenario**

**Tabel 5.14 Perbandingan Accessibility Rate Seluruh Skenario**

Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
0,22667	0,226667	0,22667	0,22667
0,23004	0,230288	0,23093	0,23165
0,2335	0,233806	0,23534	0,23635
0,23704	0,237347	0,23982	0,24147
0,24066	0,240829	0,24438	0,24635
0,24418	0,244191	0,24885	0,25113

<b>Skenario 1</b>	<b>Skenario 2</b>	<b>Skenario 3</b>	<b>Skenario 4</b>
0,24731	0,247321	0,25284	0,25602
0,25079	0,250616	0,25716	0,26106
0,25429	0,254228	0,26153	0,26596
0,25767	0,257213	0,26585	0,27062
0,26113	0,260718	0,2702	0,27544
0,26466	0,264255	0,27469	0,2802
0,26818	0,267307	0,27913	0,28516
0,27151	0,270781	0,28333	0,28976
0,27488	0,274546	0,28756	0,29479
0,27844	0,277933	0,29205	0,29925
0,28175	0,281518	0,29623	0,30392
0,28516	0,284761	0,30059	0,30883
0,28874	0,288355	0,30509	0,31412
0,29239	0,292034	0,30965	0,31893
0,29576	0,295237	0,31389	0,32355
0,2988	0,298655	0,31771	0,32839
0,30217	0,301936	0,32196	0,33302
0,30561	0,305078	0,32624	0,33826
0,30906	0,308332	0,33056	0,34315
0,3126	0,311972	0,33495	0,34797
0,31575	0,315571	0,33894	0,35248
0,3191	0,319391	0,34316	0,35757
0,3224	0,322897	0,34736	0,36255
0,32575	0,32648	0,35154	0,3674
0,32902	0,329657	0,35565	0,37201
0,3324	0,333308	0,35993	0,37657
0,33602	0,336865	0,36455	0,38175
0,33959	0,340322	0,36903	0,38699
0,34284	0,34368	0,37313	0,39187
0,34615	0,347468	0,3773	0,39663

Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
0,34951	0,351295	0,38156	0,40171
0,35291	0,354566	0,38581	0,40669
0,35671	0,358099	0,39058	0,41148
0,36048	0,361358	0,39536	0,41615
0,36373	0,364868	0,3995	0,4207

**Tabel 5.15 Rata-Rata Aksesibilitas tiap Skenario**

No.	Skenario	Rata-rata
1	Penambahan Jalur dan Rute Baru	0,295252439
2	Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas	0,295408512
3	Penambahan Jalur dan Rute Baru + Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas	0,313185366
4	High Occupancy Vehicle (HOV) Lane	0,32377

Dapat dilihat dari keseluruhan hasil skenario pada Tabel 5.15 didapatkan bahwa rata-rata aksesibilitas yang paling besar didapatkan dari skenario *High Occupancy Vehicle (HOV) Lane* nilai sebesar 0,32377, sedangkan untuk skenario pertama yaitu penerapan penambahan jalur dan rute baru memiliki rata-rata sebesar 0,295252439, dan skenario penerapan manajemen dan rekayasa lalu lintas memiliki rata-rata sebesar 0,295408512 dan skenario gabungan penambahan kendaraan umum dan manajemen rekayasa lalu lintas memiliki rata-rata sebesar 0,313185366. Oleh karena itu dapat disimpulkan skenario *High Occupancy Vehicle (HOV) Lane* merupakan skenario yang terbaik, karena dapat meningkatkan aksesibilitas kendaraan umum yang paling tinggi dibandingkan dengan skenario lain yaitu dengan selisih 0,028517561 dengan skenario pertama, selisih 0,028361488 dengan skenario kedua, dan selisih 0,010584634 dengan skenario ketiga.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini akan dijelaskan tentang kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan seluruh proses penelitian yang telah dilakukan untuk memastikan bahwa hasil yang didapatkan telah dapat menjawab pertanyaan penelitian serta tujuan penelitian, melalui proses identifikasi masalah, penggalian data, pengembangan model berdasarkan kondisi saat ini, pengembangan skenario, analisis hasil, sampai pada penarikan saran dan kesimpulan dalam pengembangan model sistem dinamik untuk meningkatkan aksesibilitas kendaraan umum di Kota Surabaya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, berikut merupakan beberapa kesimpulan yang dapat diambil:

1. Pengembangan model untuk meningkatkan aksesibilitas kendaraan umum di Kota Surabaya ini telah ditinjau berdasarkan kondisi eksisting pada ketiga ruas jalan di Kota Surabaya untuk mencari nilai aksesibilitas pada tiap – tiap ruas jalan yang digunakan sebagai acuan.
2. Model yang digunakan pada tugas akhir ini telah valid karena telah memenuhi persyaratan nilai maksimal *error* E1 (*Means Comparison*) kurang dari 5% dan *error* E2 (*Amplitudo Variance Comparison*) kurang dari 30% untuk semua data yang dilakukan validasi. Sehingga model dapat dijadikan referensi untuk menentukan kebijakan terkait peningkatan aksesibilitas di Kota Surabaya.
3. Untuk dapat memperbaiki dan memenuhi tujuan perbaikan sistem, maka dilakukan pengembangan skenario pada model untuk meningkatkan aksesibilitas kendaraan umum. Pengembangan skenario pada model didasarkan pada kebijakan-kebijakan oleh pemerintah dan instansi terkait. Skenario-skenario yang dikembangkan meliputi



penambahan transportasi umum, manajemen rekayasa jalan dan penerapan keduanya secara bersamaan.

4. Berdasarkan hasil dari beberapa skenario yang diterapkan, didapatkan hasil yang dapat disimpulkan bahwa skenario yang paling signifikan menaikkan aksesibilitas kendaraan umum adalah skenario High Occupancy Vehicle (HOV) Lane, dengan rata-rata nilai aksesibilitas 0,32377.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengerjaan tugas akhir, saran yang dapat dihasilkan untuk mengembangkan dan perbaikan topik dan permasalahan dalam tugas akhir berikutnya adalah :

1. Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan model aksesibilitas dengan model *mobility* sehingga didapatkan hasil yang lebih luas cakupannya untuk mendukung konsep *smart city*.
2. Adanya penelitian yang memakai dataset dari kota lain diluar Surabaya untuk melihat efektivitas dari model yang telah dibuat pada penelitian ini.
3. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan salah satu komponen aksesibilitas yang belum tercakup pada penelitian ini, yaitu komponen *land-use*. Sehingga pengembangan model dapat memberikan hasil yang lebih mendetail dan akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Bok and Y. Kwon, "Comparable measures of accessibility to public transport using the general transit feed specification," *Sustain.*, vol. 8, no. 3, 2016.
- [2] P. A. Suthanaya, "MENUJU PUSAT KOTA DENPASAR DI PROVINSI BALI Analisis Aksesibilitas Penumpang Angkutan Umum" vol. 3, no. 3, pp. 87–93, 2009.
- [3] L. Ode and A. Suhardjo, "Aksesibilitas Dan Pengaruhnya Terhadap Pembangunan Di Perdesaan: Konsep Model Sustainable Accessibility," *J. Transp. Vol. 4 No. 2*, vol. 4, no. 2, pp. 149–160, 2004.
- [4] V. A. Tuan, "Accessibility to Public Transport Systems in Developing Countries – An Empirical Study in Ho Chi Minh City , Vietnam," *J. East. Asia Soc. Transp. Stud.*, vol. 11, pp. 1240–1258, 2015.
- [5] V. Albino, U. Berardi, and R. M. Dangelico, "Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives," *J. Urban Technol.*, vol. 22, no. 1, pp. 1–19, 2015.
- [6] R. Giffinger, "Smart cities Ranking of European medium-sized cities," *October*, vol. 16, no. October, pp. 13–18, 2007.
- [7] C. Benevolo, R. P. Dameri, and B. D. Auria, "Empowering Organizations," vol. 11, pp. 13–29, 2016.
- [8] G. P. Richardson, *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. 2013.
- [9] R. G. Coyle, *System Dynamics Modelling\_ A practical approach*, vol. 53, no. 9. 1996.
- [10] A. T. Murray, "A Coverage Model for Improving Public Transit System Accessibility and Expanding Access," *Ann. Oper. Res.*, vol. 123, no. 1–4, pp. 143–156, 2003.
- [11] J. J. Wilson, "Book Selection MR Goodman : Study Notes in System Dynamics," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 48, pp. 1144–1150, 1997.

- [12] K. Neely and J. P. Walters, "Using causal loop diagramming to explore the drivers of the sustained functionality of rural water services in Timor-Leste," *Sustain.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–18, 2016.
- [13] E. Jaelani, "Jurnal Sains Manajemen & Akuntansi Volume VII No. 1 / Februari / 2015," vol. VII, no. 1, pp. 101–118, 2015.
- [14] F. A. Ekoanindiyo, "PEMODELAN SISTEM ANTRIAN DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI," vol. V, no. 1, pp. 72–85, 2011.
- [15] J. Teknik and I. Fakultas, "Usulan perancangan sistem antrian dan jumlah kasir di swalayan luwes dengan metode simulasi," pp. 1–78, 2007.
- [16] R. G. Sargent, "Verification and validation of simulation models," *Proc. 2011 Winter Simul. Conf.*, pp. 2194–2205, 2011.
- [17] W. D. K. and R. P. Sadowski, "Simulating with Arena," 1998, p. 547.
- [18] A. L. Pugh and G. Richardson, *Introduction to system dynamics modeling with DYNAMO*. Productivity Press, 1981.
- [19] J. D. Sterman, "Systems Thinking and Modeling for a Complex World," vol. 6, 2000.
- [20] Muhammad Adj, "Interview," 2108.
- [21] A. Khattak and A. Khattak, "Comparative Analysis of Spatial Knowledge and En Route Diversion Behavior in Chicago and San Francisco: Implications for Advanced Traveler Information Systems," *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, vol. 1621, pp. 27–35, Jan. 1998.
- [22] D. A. Hennessy and D. L. Wiesensthal, "Traffic congestion, driver stress, and driver aggression," *Aggress. Behav.*, vol. 25, no. 6, pp. 409–423, 1999.
- [23] A. Downs, *Still Stuck in Traffic*. 2004.
- [24] R. Bauza, J. Gozavez, and J. Sanchez-Soriano, "Road Traffic Congestion Detection through Cooperative Vehicle-to-Vehicle Communications."

## BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Fadel Say Audianto, dengan nama panggilan Fadel. Penulis dilahirkan di Purwokerto pada tanggal 7 Oktober 1996. Penulis menempuh jenjang pendidikan formal di SD Negeri Petinggen Yogyakarta, SMP Negeri 7 Yogyakarta, SMA Negeri 6 Yogyakarta, dan jenjang perguruan tinggi pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya Departemen Sistem Informasi Fakultas

Teknologi Informasi pada tahun 2014 yang terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 5214100187. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dan selalu tertarik mengikuti organisasi kemahasiswaan dibuktikan dengan pernah menjadi Staf Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi (HMSI) lalu menjadi Sekretaris Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi (HMSI). Penulis juga aktif menjadi asisten mata kuliah “Perencanaan Sumber Daya Perusahaan” dan “Manajemen Rantai Pasok dan Manajemen Pelanggan”. Pada tahun keempat perkuliahan, penulis melakukan kerja praktik di PT. Telekomunikasi Selular(Telkomsel), Jakarta untuk belajar dan memahami kehidupan di dunia kerja. Penulis dapat dihubungi melalui [fadelsayaudianto@gmail.com](mailto:fadelsayaudianto@gmail.com).

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# LAMPIRAN

## Lampiran A – Data Hasil Simulasi Base Model

Jalan Wonokromo Load Factor

**Tabel 7.1 Hasil Simulasi Jalan Wonokromo**

<b>Periode</b>	<b>Load Factor</b>
November 2016	0,32226
Desember 2016	0,32924
Januari 2017	0,34015
Februari 2017	0,33533
Maret 2017	0,29969
April 2017	0,29267
Mei 2017	0,30508
Juni 2017	0,34996
Juli 2017	0,31472
Agustus 2017	0,30217
September 2017	0,31531
Oktober 2017	0,31929
November 2017	0,32833
Desember 2017	0,32787
Januari 2018	0,32833
Februari 2018	0,31938
Maret 2018	0,30824

## Jalan A.Yani Load Factor

Tabel 7.2 Hasil Simulasi Jalan A.Yani

Periode	Load Factor
November 2016	0,30509
Desember 2016	0,31289
Januari 2017	0,33036
Februari 2017	0,31841
Maret 2017	0,29908
April 2017	0,32237
Mei 2017	0,31244
Juni 2017	0,3145
Juli 2017	0,30679
Agustus 2017	0,32153
September 2017	0,29719
Oktober 2017	0,30509
November 2017	0,3061
Desember 2017	0,31613
Januari 2018	0,30448
Februari 2018	0,31454
Maret 2018	0,32372

## Jalan Rungkut Load Factor

Tabel 7.3 Hasil Simulasi Jalan Rungkut

Periode	Load Factor
November 2016	0,30316
Desember 2016	0,30023
Januari 2017	0,28502
Februari 2017	0,30603

<b>Periode</b>	<b>Load Factor</b>
Maret 2017	0,29704
April 2017	0,31949
Mei 2017	0,31215
Juni 2017	0,30656
Juli 2017	0,28351
Agustus 2017	0,30476
September 2017	0,31683
Oktober 2017	0,28943
November 2017	0,28748
Desember 2017	0,29777
Januari 2018	0,29357
Februari 2018	0,26306
Maret 2018	0,2943



## Lampiran B – Data Hasil Simulasi Skenario

### Skenario 1 – Penambahan Transportasi Umum Baru

**Tabel 7.4 Hasil Skenario 1**

<b>Periode</b>	<b><i>Accessibility Rate</i></b>
November 2016	0,22667
Desember 2016	0,23004
Januari 2017	0,2335
Februari 2017	0,23704
Maret 2017	0,24066
April 2017	0,24418
Mei 2017	0,24731
Juni 2017	0,25079
Juli 2017	0,25429
Agustus 2017	0,25767
September 2017	0,26113
Oktober 2017	0,26466
November 2017	0,26818
Desember 2017	0,27151
Januari 2018	0,27488
Februari 2018	0,27844
Maret 2018	0,28175
April 2018	0,28516
Mei 2018	0,28874
Juni 2018	0,29239
Juli 2018	0,29576
Agustus 2018	0,2988
September 2018	0,30217
Oktober 2018	0,30561
November 2018	0,30906
Desember 2018	0,3126

<b>Periode</b>	<b><i>Accessibility Rate</i></b>
Januari 2019	0,31575
Februari 2019	0,3191
Maret 2019	0,3224
April 2019	0,32575
Mei 2019	0,32902
Juni 2019	0,3324
Juli 2019	0,33602
Agustus 2019	0,33959
September 2019	0,34284
Oktober 2019	0,34615
November 2019	0,34951
Desember 2019	0,35291
Januari 2020	0,35671
Februari 2020	0,36048
Maret 2020	0,36373

Skenario 2 – *Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*

**Tabel 7.5 Hasil Skenario 2**

<b>Periode</b>	<b><i>Accessibility Rate</i></b>
November 2016	0,226667
Desember 2016	0,230288
Januari 2017	0,233806
Februari 2017	0,237347
Maret 2017	0,240829
April 2017	0,244191
Mei 2017	0,247321
Juni 2017	0,250616
Juli 2017	0,254228
Agustus 2017	0,257213

<b>Periode</b>	<b><i>Accessibility Rate</i></b>
September 2017	0,260718
Oktober 2017	0,264255
November 2017	0,267307
Desember 2017	0,270781
Januari 2018	0,274546
Februari 2018	0,277933
Maret 2018	0,281518
April 2018	0,284761
Mei 2018	0,288355
Juni 2018	0,292034
Juli 2018	0,295237
Agustus 2018	0,298655
September 2018	0,301936
Oktober 2018	0,305078
November 2018	0,308332
Desember 2018	0,311972
Januari 2019	0,315571
Februari 2019	0,319391
Maret 2019	0,322897
April 2019	0,32648
Mei 2019	0,329657
Juni 2019	0,333308
Juli 2019	0,336865
Agustus 2019	0,340322
September 2019	0,34368
Oktober 2019	0,347468
November 2019	0,351295
Desember 2019	0,354566
Januari 2020	0,358099
Februari 2020	0,361358
Maret 2020	0,364868

Skenario 3 – Penambahan Rute dan Jalur Baru + Manajemen  
Rekayasa Lalu Lintas

**Tabel 7.6 Hasil Skenario 3**

<b>Periode</b>	<b><i>Accessibility Rate</i></b>
November 2016	0,22667
Desember 2016	0,23093
Januari 2017	0,23534
Februari 2017	0,23982
Maret 2017	0,24438
April 2017	0,24885
Mei 2017	0,25284
Juni 2017	0,25716
Juli 2017	0,26153
Agustus 2017	0,26585
September 2017	0,2702
Oktober 2017	0,27469
November 2017	0,27913
Desember 2017	0,28333
Januari 2018	0,28756
Februari 2018	0,29205
Maret 2018	0,29623
April 2018	0,30059
Mei 2018	0,30509
Juni 2018	0,30965
Juli 2018	0,31389
Agustus 2018	0,31771
September 2018	0,32196
Oktober 2018	0,32624
November 2018	0,33056

<b>Periode</b>	<b><i>Accessibility Rate</i></b>
Desember 2018	0,33495
Januari 2019	0,33894
Februari 2019	0,34316
Maret 2019	0,34736
April 2019	0,35154
Mei 2019	0,35565
Juni 2019	0,35993
Juli 2019	0,36455
Agustus 2019	0,36903
September 2019	0,37313
Oktober 2019	0,3773
November 2019	0,38156
Desember 2019	0,38581
Januari 2020	0,39058
Februari 2020	0,39536
Maret 2020	0,3995

Skenario – Dampak Penggunaan kebijakan Oneway Route pada Jalan Wonokromo

**Tabel 7.7 Hasil Skenario Dampak Oneway Route**

<b>Periode</b>	<b><i>Parameter 1</i></b>	<b><i>Parameter 2</i></b>	<b><i>Parameter 3</i></b>
November 2016	0,2	0,2	0,2
Desember 2016	0,20292	0,20186	0,20183
Januari 2017	0,20649	0,2041	0,20402
Februari 2017	0,20999	0,20647	0,20634
Maret 2017	0,2133	0,20878	0,2086
April 2017	0,21657	0,21087	0,21065
Mei 2017	0,2198	0,21278	0,21252
Juni 2017	0,22296	0,21491	0,2146

<b>Periode</b>	<b><i>Parameter 1</i></b>	<b><i>Parameter 2</i></b>	<b><i>Parameter 3</i></b>
Juli 2017	0,22649	0,21694	0,2166
Agustus 2017	0,22976	0,21901	0,21862
September 2017	0,23306	0,22092	0,2205
Oktober 2017	0,23677	0,22305	0,22258
November 2017	0,2398	0,22528	0,22476
Desember 2017	0,24311	0,22706	0,2265
Januari 2018	0,24693	0,2292	0,2286
Februari 2018	0,25019	0,23114	0,2305
Maret 2018	0,25409	0,23333	0,23265
April 2018	0,25727	0,23576	0,23502
Mei 2018	0,26082	0,23789	0,23712
Juni 2018	0,2643	0,23977	0,23896
Juli 2018	0,26736	0,24182	0,24096
Agustus 2018	0,27073	0,24377	0,24287
September 2018	0,27357	0,24572	0,24478
Oktober 2018	0,27652	0,24779	0,24681
November 2018	0,27976	0,24991	0,24889
Desember 2018	0,2835	0,25207	0,25101
Januari 2019	0,28707	0,25412	0,25302
Februari 2019	0,29058	0,25624	0,25509
Maret 2019	0,29386	0,25835	0,25716
April 2019	0,29737	0,26037	0,25915
Mei 2019	0,3003	0,2627	0,26143
Juni 2019	0,30378	0,26482	0,2635
Juli 2019	0,30741	0,26681	0,26545
Agustus 2019	0,31078	0,26916	0,26776
September 2019	0,3143	0,27163	0,27017
Oktober 2019	0,31821	0,27375	0,27225
November 2019	0,3221	0,27621	0,27467
Desember 2019	0,32533	0,2785	0,2769

<b>Periode</b>	<b><i>Parameter 1</i></b>	<b><i>Parameter 2</i></b>	<b><i>Parameter 3</i></b>
Januari 2020	0,32862	0,28071	0,27907
Februari 2020	0,33153	0,28267	0,28099
Maret 2020	0,33482	0,28453	0,28281

Skenario 4 – High Occupancy Vehicle (HOV) Lane

**Tabel 7.8 Hasil Skenario 4**

<b>Periode</b>	<b><i>Accessibility Rate</i></b>
November 2016	0,22667
Desember 2016	0,23165
Januari 2017	0,23635
Februari 2017	0,24147
Maret 2017	0,24635
April 2017	0,25113
Mei 2017	0,25602
Juni 2017	0,26106
Juli 2017	0,26596
Agustus 2017	0,27062
September 2017	0,27544
Oktober 2017	0,2802
November 2017	0,28516
Desember 2017	0,28976
Januari 2018	0,29479
Februari 2018	0,29925
Maret 2018	0,30392
April 2018	0,30883
Mei 2018	0,31412
Juni 2018	0,31893
Juli 2018	0,32355

<b>Periode</b>	<b><i>Accessibility Rate</i></b>
Agustus 2018	0,32839
September 2018	0,33302
Oktober 2018	0,33826
November 2018	0,34315
Desember 2018	0,34797
Januari 2019	0,35248
Februari 2019	0,35757
Maret 2019	0,36255
April 2019	0,3674
Mei 2019	0,37201
Juni 2019	0,37657
Juli 2019	0,38175
Agustus 2019	0,38699
September 2019	0,39187
Oktober 2019	0,39663
November 2019	0,40171
Desember 2019	0,40669
Januari 2020	0,41148
Februari 2020	0,41615
Maret 2020	0,4207